

Montage- & Betriebsanleitung

Drehverbindungen und Zahnkränze
Blatt-, Turm- und Hauptlager von Windenergieanlagen

IO SR 2.1

Vor Beginn aller Arbeiten Betriebsanleitung lesen!



Diese Betriebsanleitung gibt wichtige Hinweise zum Umgang mit dem Bauteil. Die angegebenen Anweisungen müssen genau befolgt werden, um sich selbst und andere zu schützen.
Informieren Sie sich über die örtlich geltenden Unfallverhütungs-vorschriften und die allgemeinen Sicherheitsbestimmungen.
Die Betriebsanleitung ist vor Beginn aller Arbeiten sorgfältig durchzulesen! Sie ist Produktbestandteil und muss in unmittelbarer Nähe des Bauteiles aufbewahrt werden. Sie muss für das Personal jederzeit zugänglich sein.
Bei der Weitergabe des Bauteiles an Dritte ist auch die Betriebsanleitung mitzugeben.
Die Abbildungen in dieser Anleitung dienen zum besseren Verständnis. Sie sind nicht unbedingt maßstabsgerecht und können von der tatsächlichen Ausführung des Bauteiles abweichen.

Imostr. 1
91350 Gremsdorf, Deutschland

Tel.: +49 9193 6395-40
Fax: +49 9193 6395-4140

E-Mail: mail@imo.de
Internet: www.imo.de

Customer Service:
Tel.: +49 9193 6395-1200
E-Mail: service@imo.de

Gedruckt auf Recylingpapier, zertifiziert mit dem EU Umweltzeichen und dem Blauen Engel



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis

1 Aufbau und Funktion

1.1 Kurzbeschreibung

Drehverbindungen sind Großwälzlager. Sie dienen zur gleich-zeitigen Übertragung von Axial- und Radialkräften sowie Kippmomenten. Drehverbindungen bestehen aus jeweils einem Innen- und Außenring, einem integrierten Laufbahnsystem, optional ist eine Innen- oder Außenverzahnung vorhanden. Eine funktionale Dichtung dichtet das Laufbahnsystem an der Ober- und Unterseite ab. In der Drehverbindung übertragen Wälzkörper die Belastungen zwischen Innen- und Außenring. Die Kraftübertragung an die Anschlusskonstruktion erfolgt durch Schrauben. Hierfür sind Durchgangs- oder Gewindebohrungen im Innen- und Außenring vorgesehen.

1.1.1 Für Windkraftanlagen gilt

Hauptlager sind für dauernden Betrieb ausgelegt, längere Stillstandszeiten ohne Drehbewegung oder ein Blockieren der Drehbewegung ist nur für den Servicebetrieb und nur für wenige Stunden zulässig. Bei Servicearbeiten mit blockiertem Hauptlager ist darauf zu achten, dass die Wartungsarbeiten so zügig wie möglich und ohne unnötige Pausen durchgeführt werden. Es ist im Besonderen noch darauf zu achten, dass während der Wartungsarbeiten die Windgeschwindigkeit von 4 m/s nicht überschritten werden darf, um somit eine Schädigung des Hauptlagers zu vermeiden.
Auch außer Betrieb muss sichergestellt sein, dass das Hauptlager leicht dreht und auch in dieser Zeit automatisch mit Schmierstoff versorgt wird. Um dies sicherzustellen, ist die Windkraftanlage so anzusteuern, dass eine Mindestdrehzahl um 0,5 U/min. gewährleistet ist.

1.2 Übersicht

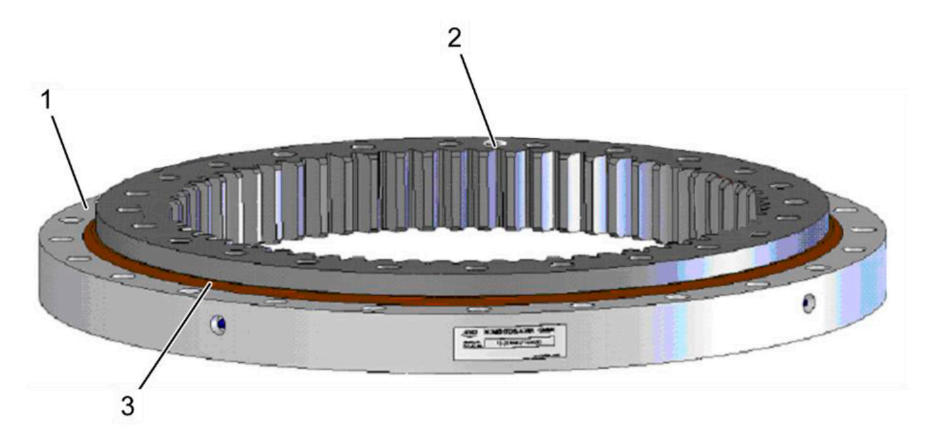


Abb. 1: Innenverzahnte Drehverbindung

1 Außenring
2 Innenring
3 Dichtung



1.3 Bestimmungsgemäße Verwendung

⚠ WARNUNG

Das Bauteil ist nicht für den Einsatz in explosionsgefährdeter Atmosphäre bestimmt. Fehlgebrauch kann zu gefährlichen Situationen führen.

Das Bauteil ist ausschließlich für die gemäß dieser Montage- und Betriebsanleitung beschriebene Verwendung konzipiert und konstruiert.

Die Drehverbindung dient

- zur reibungsarmen Übertragung von Drehbewegungen
- als Blatt-, Azimut- und Hauptlager in Windkraftanlagen

Der Zahnkranz dient

- zur Übertragung von Drehmomenten zwischen Maschinenteilen
- zum Einbau als Azimutzahnkranz in Gleitlagerungen von Windkraftanlagen



HINWEIS!
In dieser Betriebsanleitung wird im Weiteren nicht zwischen Drehverbindungen und Zahnkränzen unterschieden. Für Zahnkränze gelten sinngemäß die gleichen Angaben wie für Drehverbindungen, sofern diese anwendbar sind. Bei Unklarheit Rücksprache mit dem Customer Service halten (⇨ Seite 2).

Umbau, Umrüstung oder Veränderung der Konstruktion oder einzelner Ausrüstungsteile mit dem Ziel der Änderung des Einsatzbereiches oder der Verwendbarkeit des Bauteiles sind nicht gestattet, da diese als nicht bestimmungsgemäß gelten.

Ansprüche jeglicher Art wegen Schäden aus nicht bestimmungsgemäßer Verwendung sind ausgeschlossen.

Für alle Schäden bei nicht bestimmungsgemäßer Verwendung haftet allein der Betreiber.

2 Allgemeines

2.1 Symbolerklärung

Warnhinweise

Warnhinweise sind in dieser Betriebsanleitung durch ein Warnsymbol (⚠) und/oder Signalwörter gekennzeichnet. Durch Signalwörter wird das Ausmaß der Gefährdung beschrieben. Befolgen Sie die Anweisungen genau und handeln Sie umsichtig, um Unfälle, Personen- und Sachschäden sowie Lebensgefahr zu vermeiden.

Warnsymbol / Signalwort	Erklärung
⚠GEFAHR oder GEFAHR!	Weist auf eine unmittelbar gefährliche Situation hin, die zum Tod oder zu schweren Verletzungen führt, wenn sie nicht gemieden wird.
⚠WARNUNG oder WARNUNG!	Weist auf eine möglicherweise gefährliche Situation hin, die zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen kann, wenn sie nicht gemieden wird.
⚠VORSICHT oder VORSICHT!	Weist auf eine möglicherweise gefährliche Situation hin, die zu geringfügigen oder leichten Verletzungen führen kann, wenn sie nicht gemieden wird.
WICHTIG ***oder*** ***WICHTIG!***	Weist auf eine möglicherweise gefährliche Situation hin, die zu Sachschäden führen kann, wenn sie nicht gemieden wird.
Tipps und Empfehlungen	**Erklärung**
ℹ	Hebt nützliche Tipps und Empfehlungen sowie Informationen für einen effizienten und störungsfreien Betrieb hervor.

2.2 Haftungsbeschränkung

Alle Angaben und Hinweise in dieser Anleitung wurden unter Berücksichtigung der geltenden Normen und Vorschriften, des Stands der Technik sowie unserer langjährigen Erkenntnisse und Erfahrungen zusammengestellt.

Der Hersteller übernimmt keine Haftung für Schäden aufgrund:

- Nichtbeachtung dieser Anleitung
- Nichtbestimmungsgemäßer Verwendung
- Einsatz von nicht ausgebildetem Personal
- Eigenmächtiger Umbauten
- Technischer Veränderungen
- Verwendung nicht zugelassener Ersatzteile

Der tatsächliche Lieferumfang kann bei Sonderausführungen, der Inanspruchnahme zusätzlicher Bestelloptionen oder aufgrund neuester technischer Änderungen von den hier beschriebenen Erläuterungen und Darstellungen abweichen.



Im Übrigen gelten die im Liefervertrag vereinbarten Verpflichtungen, die Allgemeinen Geschäftsbedingungen sowie die Lieferbedingungen des Herstellers und die zum Zeitpunkt des Vertragsabschlusses gültigen gesetzlichen Regelungen.

Technische Änderungen im Rahmen der Verbesserung der Gebrauchseigenschaften und der Weiterentwicklung behalten wir uns vor.

2.3 Urheberrecht

Die in dieser Betriebsanleitung und/oder in sämtlichen Teilen, Unterteilen bzw. Kapiteln davon enthaltenen Informationen sind geistiges Eigentum der IMO GmbH & Co. KG und unterliegen dem inländischen und internationalen Urheberrecht und anderen

Gesetzen zum Schutz geistigen Eigentums.

Die hier enthaltenen Informationen dienen dem Betrieb, der Wartung und der Beseitigung von Störungen der hier beschriebenen Einheiten.

Die Vervielfältigung, Reproduktion, Übersetzung, Mikroverfilmung, Speicherung in elektronischer oder magnetischer Form, Nachahmung oder Weitergabe dieser Materialien und/oder der hier enthaltenen Informationen ohne die vorherige schriftliche Zustimmung der IMO GmbH & Co. KG wird hiermit strikt untersagt.

Alle Rechte und Rechtsmittel bleiben ausdrücklich vorbehalten.

Zuwiderhandlungen werden strafrechtlich verfolgt.

Die IMO GmbH & Co. KG haftet in keiner Weise für die unrechtmäßige Nutzung der hier enthaltenen Informationen durch Personen bzw. juristische Personen, unabhängig vom Ort.

Die IMO GmbH & Co. KG behält sich das Recht vor, zu jeder Zeit und egal aus welchen Gründen jegliche hier enthaltenen Informationen und auch die Anlage selbst abzuändern bzw. zu modifizieren, mit oder ohne vorherige Ankündigung.

Allgemeines

2.4 IMO Originalteile



Nur IMO Originalteile verwenden! Der Einsatz von nicht autorisierten, falschen oder mangelhaften Ersatzteilen kann zu Schäden, Störungen und Ausfällen führen bzw. die Sicherheit des Gerätes beeinträchtigen und somit Verletzungen oder den Tod von Personen verursachen.

IMO Originalteile über Vertragshändler oder direkt beim Hersteller beziehen (⇨ Seite 2).

2.5 Customer Service

Für technische Auskünfte steht unser Customer Service zur Verfügung (⇨ Seite 2).

Darüber hinaus sind unsere Mitarbeiter ständig an neuen Informationen und Erfahrungen interessiert, die sich aus der Anwendung ergeben und für die Verbesserung unserer Produkte wertvoll sein können.



3 Sicherheit

Dieser Abschnitt gibt einen Überblick über alle wichtigen Sicherheitsaspekte für einen optimalen Schutz des Personals sowie für den sicheren und störungsfreien Betrieb.

Die Nichtbeachtung der in dieser Anleitung aufgeführten Handlungsanweisungen und Sicherheitshinweise kann zu erheblichen Gefährdungen führen.

3.1 Sicherheitseinrichtungen

Integration in ein Not-Stopp-Konzept erforderlich

Das Bauteil ist für den Einsatz innerhalb einer Anlage bestimmt. Es besitzt keine eigene Steuerung und keine autonome Not-Stopp-Funktion.

Bevor das Bauteil in Betrieb genommen wird, Not-Aus-Einrichtungen zum Bauteil installieren und in die Sicherheitskette der Anlagensteuerung einbinden.

Die Not-Aus-Einrichtungen derart anschließen, dass bei einer Unterbrechung der Energieversorgung oder der Aktivierung der Energieversorgung nach einer Unterbrechung gefährliche Situationen für Personen und Sachwerte ausgeschlossen sind.

Die Not-Aus-Einrichtungen müssen stets frei erreichbar sein.

3.2 Besondere Gefahren

Im folgenden Abschnitt sind Restrisiken benannt

⚠WARNUNG

Die hier aufgeführten Sicherheitshinweise und die Warnhinweise in den weiteren Kapiteln dieser Anleitung beachten, um Gesundheitsgefahren zu reduzieren und gefährliche Situationen zu vermeiden.

VCI-Folie

GEFAHR! Fern von Kinderhand lagern und fachgerecht entsorgen. Bei unsachgemäßem Gebrauch besteht Erstickungsgefahr. Hautund Augenkontakt mit VCI-Folie vermeiden. Wiederholter oder langer Hautkontakt kann zur Entfettung der Haut und zu Dermatitis führen.

Bewegte Bauteile

WARNUNG! Während des Betriebes nicht in bewegte Bauteile eingreifen oder an bewegten Bauteilen hantieren. Abdeckungen im Betrieb nicht öffnen. Nachlaufzeit beachten: Vor dem Öffnen der Abdeckung sicherstellen, dass sich keine Teile mehr bewegen. Im Gefahrenbereich eng anliegende Arbeitsschutzkleidung tragen. Rotierende und/oder linear bewegte Bauteile können schwere Verletzungen verursachen!

Herabfallende Materialien

WARNUNG! Die Gefahrenbereiche während des Betriebes niemals betreten! Im Betrieb kann schweres Material unkontrolliert herabfallen oder herausgeschleudert werden und schwere bis tödliche Verletzungen verursachen.

Schmutz und herumliegende Gegenstände

VORSICHT! Arbeitsbereiche immer sauber halten. Nicht mehr benötigte Gegenstände entfernen. Stolperstellen mit gelb-schwarzem Markierband kennzeichnen. Verschmutzungen und herumliegende Gegenstände bilden Rutsch- und Stolperquellen und können erhebliche Verletzungen verursachen.

3.3 Verantwortung des Betreibers

Betreiber

… ist diejenige Person, die das Bauteil zu gewerblichen oder wirtschaftlichen Zwecken selbst betreibt oder einem Dritten zur Nutzung/Anwendung überlässt und während des Betriebes die rechtliche Produktverantwortung für den Schutz der Anwender oder Dritten trägt.

Das Bauteil wird im gewerblichen Bereich eingesetzt. Der Betreiber des Bauteiles unterliegt daher den gesetzlichen Pflichten zur Arbeitssicherheit.

Neben den Sicherheitshinweisen in dieser Anleitung müssen die für den Einsatzbereich des Bauteiles gültigen Sicherheits-, Unfallverhütungs- und Umweltschutzvorschriften eingehalten werden. Dabei gilt insbesondere:

- Der Betreiber muss sich über die geltenden Arbeitsschutzbestimmungen informieren und in einer Gefährdungsbeurteilung zusätzlich Gefahren ermitteln, die sich durch die speziellen Arbeitsbedingungen am Einsatzort des Bauteiles ergeben. Diese muss er in Form von Betriebsanweisungen für den Betrieb des Bauteiles umsetzen.
- Der Betreiber muss während der gesamten Einsatzzeit des Bauteiles prüfen, ob die von ihm erstellten Betriebsanweisungen dem aktuellen Stand der Regelwerke entsprechen und diese falls erforderlich anpassen.
- Der Betreiber muss die Zuständigkeiten für Installation, Bedienung, Wartung und Reinigung eindeutig regeln und festlegen.
- Der Betreiber muss dafür sorgen, dass alle Mitarbeiter, die mit dem Bauteil umgehen, diese Anleitung gelesen und verstanden haben. Darüber hinaus muss er das Personal in regelmäßigen Abständen schulen und über die Gefahren informieren.
- Der Betreiber muss dem Personal die erforderliche Schutzausrüstung bereitstellen.

Weiterhin ist der Betreiber dafür verantwortlich, dass das Bauteil stets in technisch einwandfreiem Zustand ist, daher gilt Folgendes:

- Der Betreiber muss dafür sorgen, dass die in dieser Anleitung beschriebenen Wartungsintervalle eingehalten werden.
- Der Betreiber muss alle Sicherheitseinrichtungen regelmäßig auf Funktionsfähigkeit und Vollständigkeit überprüfen lassen.



Die Dichtungen in dem Schwenktrieb unterliegen einem gewissen Verschleiß. Es ist notwendig, die Dichtungen von Zeit zu Zeit auf einwandfreien Sitz und Funktion zu überprüfen. Je nach Laufzeit der Anlage kann es erforderlich werden, Dichtungen zu ersetzen. Es ist deshalb vom Anlagenhersteller sicher zu stellen, dass ausreichend Platz und Zugänglichkeit zur Kontrolle und zum Austausch der Dichtungen auf dem gesamten Umfang des Schwenktriebes vorhanden ist.

3.4 Personalanforderungen

Unbefugte Personen

WARNUNG! Nicht zugelassene Personen dürfen den Arbeitsbereich nicht betreten! Nicht zugelassene Personen können Gefahrensituationen verursachen.

Fachpersonal

... ist aufgrund seiner fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrung sowie Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen in der Lage, die ihm übertragenen Arbeiten auszuführen und mögliche Gefahren selbstständig zu erkennen.

3.5 Persönliche Schutzausrüstung

Bei der Arbeit ist das Tragen von persönlicher Schutzausrüstung erforderlich, um die Gesundheitsgefahren zu minimieren.

- Die für die jeweilige Arbeit notwendige Schutzausrüstung während der Arbeit stets tragen.
- Im Arbeitsbereich angebrachte Hinweise zur persönliche Schutzausrüstung befolgen.

Grundsätzlich tragen

Bei allen Arbeiten grundsätzlich tragen:



Arbeitsschutzkleidung
ist eng anliegende Arbeitskleidung mit geringer Reißfestigkeit, mit engen Ärmeln und ohne abstehende Teile. Sie dient vorwiegend zum Schutz vor Erfassen durch bewegliche Maschinenteile. Keine Ringe, Ketten und sonstigen Schmuck tragen.



Sicherheitsschuhe
zum Schutz vor schweren herabfallenden Teilen und Ausrutschen auf rutschigem Untergrund.

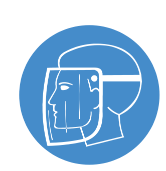


Schutzhandschuhe
zum Schutz der Hände vor Reibung, Abschürfungen, Einstichen oder tieferen Verletzungen sowie vor Berührung mit heißen Oberflächen.

Sicherheit

Bei besonderen Arbeiten tragen

Beim Ausführen besonderer Arbeiten ist spezielle Schutz¬ausrüstung erforderlich. Auf diese wird in den einzelnen Kapiteln dieser Anleitung gesondert hingewiesen. Im Folgenden werden diese besonderen Schutzausrüstungen erläutert:



Gesichtsschutz
zum Schutz der Augen und des Gesichts vor Lösungsmitteln.



Chemikalienbeständige Schutzhandschuhe
zum Schutz der Hände vor aggressiven Substanzen.
Vor Gebrauch Schutzhandschuhe auf Dichtigkeit prüfen. Vor dem Ausziehen reinigen, anschließend gut belüftet aufbewahren.



4. Transport, Verpackung und Lagerung

4.1 Sicherheitshinweise für den Transport

⚠WARNUNG

Niemals unter schwebende Lasten treten! Schwenkende oder herabfallende Teile können zu Verletzungen oder Lebensgefahr führen.

⚠WARNUNG

Bei Hebevorgängen und Transport Vorsicht walten lassen. Nur die hier beschriebenen Transportmethoden verwenden. Durch Herunterfallen der Drehverbindung besteht Lebensgefahr durch Quetschen oder Erschlagen.

WICHTIG

Beim Transport von Gegenständen vorsichtig vorgehen! Hinweissymbole auf den Packstücken befolgen und nur die vorgesehenen Anschlagpunkte nutzen. Durch unsachgemäßen Transport können erhebliche Schäden entstehen.

WICHTIG

Beim Transport Stöße vermeiden! Durch unsachgemäßen Transport können erhebliche Schäden am Bauteil entstehen.

WICHTIG

Die einschlägigen Transportvorschriften sind zu beachten. Es sind nur zulässige Ladungssicherungsmittel zu verwenden.

4.2 Transport

Transport nur durch Fachpersonal.

Transport von Packstücken

Packstücke, die nicht auf Paletten befestigt sind, können mit einem Gabelstapler oder Gabelhubwagen unter folgenden Bedingungen transportiert werden:

- Der Gabelstapler oder Gabelhubwagen muss für das Gewicht der Transporteinheiten ausgelegt sein.
- Der Fahrer muss zum Fahren des Gabelstaplers berechtigt sein.

Anschlagen:

1. Ausreichend lange und breite Verlängerungen (z. B. aus Holz oder Metall) zwischen Gabeln und Packstück legen, damit das Gewicht auf die Auflageflächen verteilt wird.
2. Die Gabeln, gegebenenfalls mit Verlängerungen, so weit einfahren, dass sie auf der Gegenseite herausragen.
3. Sicherstellen, dass das Packstück bei Kopflastigkeit nicht kippen kann.
4. Das Packstück anheben und den Transport beginnen.

Transport, Verpackung und Lagerung

Transport von Paletten/ Kisten mit dem Kran

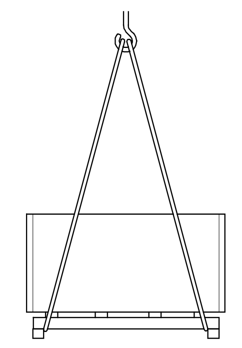


Abb. 2 Transport mit dem Kran

Packstücke, die auf Paletten befestigt sind, können mit einem Kran unter folgenden Bedingungen transportiert werden:

- Kran und Hebezeuge müssen für das Gewicht der Packstücke ausgelegt sein.
- Der Bediener muss zum Bedienen des Kranes berechtigt sein.

Anschlagen:

1. Seile, Gurte oder Mehrpunktgehänge entsprechend Abb. 2 an der Palette anschlagen.
2. Prüfen, ob die Packstücke durch die Anschlagmittel nicht beschädigt werden. Falls erforderlich, andere Anschlagmittel verwenden.
3. Transport beginnen.

Transport von Paletten/Kisten mit dem Gabelstapler

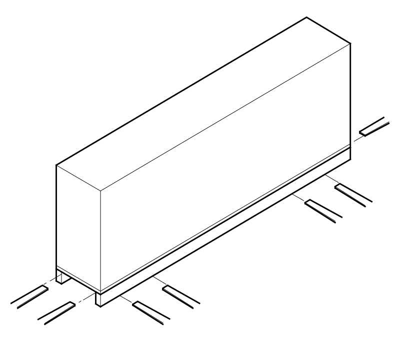


Abb. 3 Transport mit dem Gabelstapler

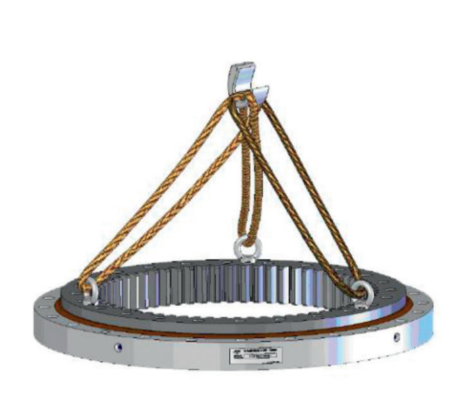
Packstücke, die auf Paletten befestigt sind, können mit einem Gabelstapler unter folgenden Bedingungen transportiert werden:

- Der Gabelstapler muss entsprechend dem Gewicht der Transporteinheiten ausgelegt sein.
- Der Fahrer muss zum Fahren des Gabelstaplers berechtigt sein.

Anschlagen:

1. Den Gabelstapler mit den Gabeln zwischen oder unter die Holme der Palette fahren.
2. Die Gabeln so weit einfahren, dass sie auf der Gegenseite herausragen.
3. Sicherstellen, dass die Palette bei außermittigem Schwerpunkt nicht kippen kann.
4. Das Packstück anheben und den Transport beginnen.

Transport von unverpackten Drehverbindungen



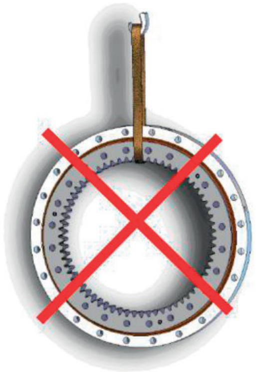


Abb. 4: Geeignetes Hebezeug verwenden/Produkt niemals vertikal transportieren



Unverpackte Drehverbindungen können mit geeignetem Hebezeug bei Verwendung von Ringschrauben unter folgenden Bedingungen transportiert werden:

- Das Hebezeug muss entsprechend dem Gewicht der Transporteinheiten ausgelegt sein.
- Die Ringschrauben müssen entsprechend dem Gewicht der Transporteinheit ausgelegt sein.
- Die Drehverbindung darf nur alleine, ohne angebaute Teile der Anschlusskonstruktion transportiert werden.
- Die vom Hersteller vorgeschriebene Einschraubtiefe der Ringschrauben einhalten. Ist keine Einschraubtiefe vorgeschrieben, muss eine Mindesteinschraubtiefe von 1,5 x Schraubendurchmesser gewählt werden.
- Der innerbetriebliche Transport darf nur horizontal erfolgen.

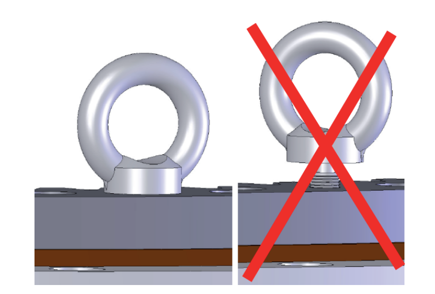


Abb. 5: Volle Gewindelänge nutzen

Anschlagen:

1. Die 3 Ringschrauben in 3 gleichmäßig am Umfang des Schwenktriebes verteilten Gewindebohrungen einschrauben.

WARNUNG! Die Ringschrauben mit voller Gewindelänge einschrauben! Durch unsachgemäß angebrachte, ungeeignete oder beschädigte Ringschrauben kann der Schwenktrieb abstürzen und lebensgefährliche Verletzungen verursachen.

2. Hebezeug an den Ringschrauben anschlagen.
3. Transport beginnen.

4.3 Transportinspektion/Wareneingangsprüfung

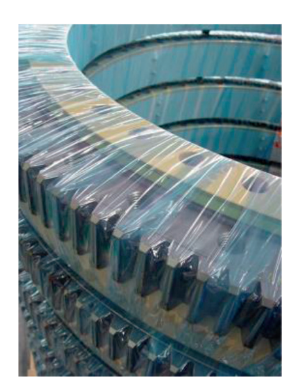
Die Lieferung bei Erhalt unverzüglich auf Vollständigkeit und Transportschäden prüfen.

Bei äußerlich erkennbarem Transportschaden wie folgt vorgehen:

- Lieferung nicht oder nur unter Vorbehalt entgegennehmen.
- Schadensumfang auf den Transportunterlagen oder auf dem Lieferschein des Transporteurs vermerken.
- Reklamation einleiten.

ℹ Jeden Mangel innerhalb von 2 Tagen nach Warenlieferung melden. Schadenersatzansprüche können nur innerhalb dieser Reklamationsfrist geltend gemacht werden.

4.4 Verpackung


Abb. 6: VCI Folie

Die Verpackung soll die DV bis zur Montage vor Transportschäden und Korrosion schützen. Der Korrosionsschutz funktioniert nach der VCI Methode.

Die Verpackung darf nicht zerstört oder beschädigt werden, sowie erst kurz vor der Montage entfernt werden.

Die Verpackung der DV ist den vom Kunden vorgegebenen Transportbedingungen angepasst. Die Korrosionsschutzdauer beträgt bei der Standardverpackung sowie bei der Seefrachtverpackung 8 Wochen inklusive der Frachtperiode. Nach dieser Zeit muss der Kunde für ausreichenden Korrosionsschutz sorgen.

WICHTIG

- Die DV darf erst ausgepackt werden, wenn die Temperatur der DV der Umgebungstemperatur entspricht. Somit wird Kondenswasserbildung an der Drehverbindung vermieden
- Die Verpackung stellt keinen Korrosionsschutz im Betrieb der Drehverbindung dar.

Zum Teil werden die DV mit einem Transportkreuz ausgeliefert. Folgendes ist zu beachten:

- DV müssen liegend gelagert werden
- Das Transportkreuz erst kurz vor der Montage entfernen.


Abb. 7: Transportkreuz

Umgang mit Verpackungsmaterialien

Sofern keine gesonderten Vereinbarungen über den Umgang mit der Verpackung getroffen wurden, Materialien nach Art und Größe trennen und der weiteren Nutzung oder Wiederverwertung zuführen.

***WICHTIG!* Verpackungsmaterialien umweltgerecht entsorgen. Durch falsche Entsorgung können Umweltschäden entstehen.**

4.5 Symbole auf der Verpackung

Keine vom Benutzer zu reparierenden Teile enthalten! Unautorisiertes Öffnen der Einheit führt zum Erlöschen der Herstellergewährleistung.



NO USER SERVICABLE PARTS INSIDE! UNAUTHORIZED OPENING OF THIS DEVICE VOIDS THE MANUFACTURER'S WARRANTY.



Bei Verpackung in Folie:
Gefahr!
Erstickungsgefahr!
Diese Folie ist kein Spielzeug!
Von Kindern fernhalten!

⚠DANGER

CHOKING AND ASPHYXIATION HAZARD!
This Bag is not a Toy!
Keep away from children!

4.6 Lagerung

Lagerung der Packstücke

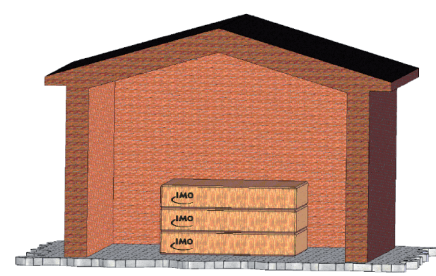


Abb. 8: Geschützt lagern

Packstücke unter folgenden Bedingungen lagern:

- Nicht im Freien aufbewahren.
- Trocken und staubfrei lagern.
- Auf festem Untergrund lagern.
- Keinen aggressiven Medien aussetzen.
- Bei Stapeln stabile Zwischenlagen verwenden.
- Nie mehr als drei Packstücke übereinander stapeln.
- Vor direkter Sonneneinstrahlung schützen.
- Mechanische Erschütterungen vermeiden.
- Lagertemperatur: 15° C (59° F) bis 35° C (95° F).
- Relative Luftfeuchtigkeit: max. 60 %.
- Nicht senkrecht lagern.
- Ist der Lagerungszeitraum länger als bei Auftrag/Bestellung angegeben, so ist in regelmäßigen Abständen die Verpackung zu kontrollieren. Falls erforderlich, die Konservierung auffrischen oder erneuern.

ℹ Unter Umständen befinden sich auf den Packstücken Hinweise zur Lagerung, die über die hier genannten Anforderungen hinausgehen. Diese entsprechend einhalten.

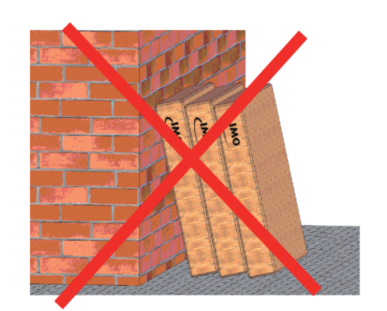


Abb. 9: Nicht senkrecht lagern

4.7 Lagerung von Drehverbindungen mit Langzeitkonservierung

Die Drehverbindung ist nicht befettet!

Eine Befettung vor Installation der Drehverbindung, gemäß der Einbau- und Wartungsanweisung hat zu erfolgen.

Um den Korrosionsschutz von bis zu 5 Jahre zu gewährleisten sind alle Innen- und Außenkonturen mit VCI 368 benetzt. Zusätzlich ist die Drehverbindung mit einer VCI Stretchfolie umwickelt und in eine PE – Folie eingeschweißt.

Zwei Feuchtigkeitsindikatoren zwischen den beiden Folien geben Aufschluss über die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb der Verpackung.

Um eine Beschädigung der Folien zu vermeiden, ist die Drehverbindung in einer Holzkiste verpackt und fixiert.

Transport, Verpackung und Lagerung

Diese spezielle Verpackung/Konservierung ist geeignet für eine Lagerzeit von bis zu 5 Jahren in geschlossenen temperierten Räumen (>12 °C)

Nach Erhalten der Ware ist der Verpackungszustand zu prüfen, weitere Prüfungen erfolgen in einem Abstand von 6 Monaten. Geprüft wird die Verpackung auf Unversehrtheit sowie die relative Luftfeuchtigkeit. Hierzu sind auf der Oberseite der Drehverbindung zwei gegenüberliegenden Feuchtigkeitsindikatoren angebracht. Das jeweilige Ergebnis muss im Prüfbericht dokumentiert werden.

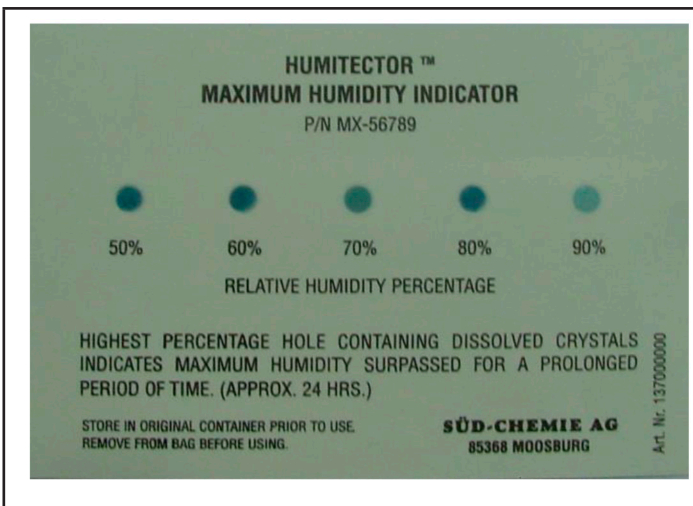


Abb. 10: Feuchtigkeitsindikator

relative Luftfeuchtigkeit %	Bemerkung
bis 50	ok
ab 60	nicht ok

Sollte nach Ablauf der 5 Jahre eine weitere konservierte Lagerung notwendig sein, muss der Langzeitkonservierungsschutz unter Betreuung eines IMO Service Team Mitarbeiters erneuert werden. In Absprache besteht auch die Möglichkeit die Drehverbindung an IMO zurückzusenden, um den Konservierungsschutz erneuern zu lassen bzw. eine Erstbefettung vorzunehmen.

Bei Nichtbeachtung dieser Prüfanweisung, erlischt die Gewährleistung der Langzeitkonservierung.

Hinweis:

Das Konservierungsmittel VCI 368 wird von Schmierstoffen absorbiert und hat eine sehr gute Schmierstoffverträglichkeit. Das Entfernen des Konservierungsmittels aus dem Laufbahnsystem ist somit vor der Erstbefettung nicht notwendig.



5 Installation und Erstinbetriebnahme

5.1 Sicherheit

⚠GEFAHR	**Vor Beginn der Arbeiten alle Energieversorgungen abschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Durch unbefugtes Wiedereinschalten der Energieversorgung besteht Lebensgefahr für die Personen im Gefahrenbereich.**
⚠WARNUNG	**Vor Beginn der Arbeiten für ausreichende Montagefreiheit sorgen. Mit offenen scharfkantigen Bauteilen vorsichtig umgehen. Auf Ordnung und Sauberkeit am Montageplatz achten! Lose aufeinander- oder umherliegende Bauteile und Werkzeuge sind Unfallquellen. Bauteile fachgerecht montieren. Vorgeschriebene Schrauben-Anziehdrehmomente einhalten. Bauteile sichern, damit sie nicht herabfallen oder umstürzen. Unsachgemäße Installation und Erstinbetriebnahme kann zu schweren Personen- oder Sachschäden führen.**
⚠WARNUNG	**Niemals unter schwebende Lasten treten! Schwenkende oder herabfallende Teile können zu Verletzungen oder Lebensgefahr führen.**
⚠WARNUNG	**Bei Hebevorgängen und Transport Vorsicht walten lassen. Nur die hier beschriebenen Transportmethoden verwenden. Durch Herunterfallen der Bauteile besteht Lebensgefahr durch Quetschen.**
WICHTIG	**Beim Transport von Gegenständen vorsichtig vorgehen! Hinweissymbole auf den Packstücken befolgen und nur die vorgesehenen Anschlagpunkte nutzen. Durch unsachgemäßen Transport können erhebliche Schäden entstehen.**
WICHTIG	**Beim Transport Stöße vermeiden! Durch unsachgemäßen Transport können erhebliche Schäden entstehen.**
WICHTIG	**Dichtungen dürfen nicht überlackiert werden! Durch Überlackierung können erhebliche Schäden entstehen.**
WICHTIG	**Es ist darauf zu achten, dass Beschichtungen und Lackierungen des Schwenktriebes nicht beschädigt werden. Gegebenenfalls Rücksprache mit dem Customer Service halten (⇨ Seite 2).**

Personal

- Installation und Erstinbetriebnahme dürfen nur von speziel ausgebildetem Fachpersonal ausgeführt werden.

Installation und Erstinbetriebnahme

Persönliche Schutzausrüstung

Folgende Schutzausrüstung bei allen Arbeiten zur Installation und Erstinbetriebnahme tragen:

- Arbeitsschutzkleidung
- Sicherheitsschuhe
- Schutzhandschuhe

ℹ Auf weitere Schutzausrüstung, die bei bestimmten Arbeiten erforderlich ist, wird in den Warnhinweisen dieses Kapitels gesondert hingewiesen.

5.2 Vorbereitungen

5.2.1 Auspacken der Drehverbindung



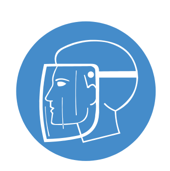
Beim Schneiden der VCI-Folie ist darauf zu achten, dass Kunststoffelemente, wie z. B. Dichtungen, nicht beschädigt werden.
Die DV darf erst ausgepackt werden, wenn die Temperatur der DV der Umgebungstemperatur entspricht. Somit wird Kondenswasserbildung an der Drehverbindung vermieden

5.2.2 Abschmieren vor Inbetriebnahme

Drehverbindungen werden im befetteten Zustand ausgeliefert. Vor der Erstinbetriebnahme muss die Drehverbindung dennoch abgeschmiert werden (⇨6.8.3, 6.8.4 & 6.8.5).

5.2.3 Reinigung des Schwenktriebes und der Anschlusskonstruktion

Folgende zusätzliche Schutzausrüstung bei Reinigungsarbeiten tragen:



Gesichtsschutz
zum Schutz der Augen und des Gesichts vor Lösungsmitteln.



Chemikalienbeständige Schutzhandschuhe
zum Schutz der Hände vor aggressiven Substanzen.
Vor Gebrauch Schutzhandschuhe auf Dichtigkeit prüfen. Vor dem Ausziehen reinigen, anschließend gut belüftet aufbewahren.



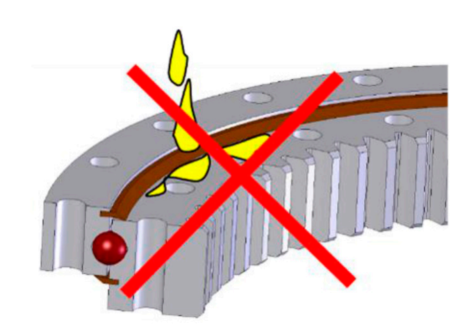


Abb. 11: Kein Reinigungsmittel in die Laufbahnsysteme eindringen lassen

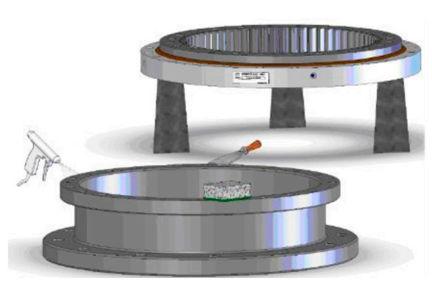


Abb. 12: Reinigung

Reinigung:
WICHTIG! **Eines der folgenden Kaltlösungsmittel verwenden, die den Dichtungswerkstoff nicht angreifen: Waschbenzin, Dieselöl oder Kaltryl KEV. Sicherstellen, dass kein Reinigungsmittel in den Schwenktrieb eindringt. Das Reinigen des Schwenktriebes mittels Hochdruckreiniger ist verboten. Ungeeignete Reinigungs¬mittel auf der Basis von Tri- oder Perchloräthylen oder andere sehr aggressive Reiniger beschädigen die Dichtung und können Lagerschäden verursachen.**

- Bei Verwendung von Reinigungsmitteln für ausreichend Belüftung sorgen.
- Absolutes Rauchverbot einhalten.
- Altfett, Staub und groben Schmutz mit fusselfreiem Lappen entfernen.
- Fremdmaterial von der Auflagefläche der Anschlusskonst-ruktion entfernen (einschließlich Farbreste, Schweißperlen, Gratbildung).
- Falls erforderlich Auflagefläche der Drehverbindung reinigen.
- Arbeitsschutzvorschriften strikt einhalten.

5.2.4 Gestaltung der Anschlusskonstruktion

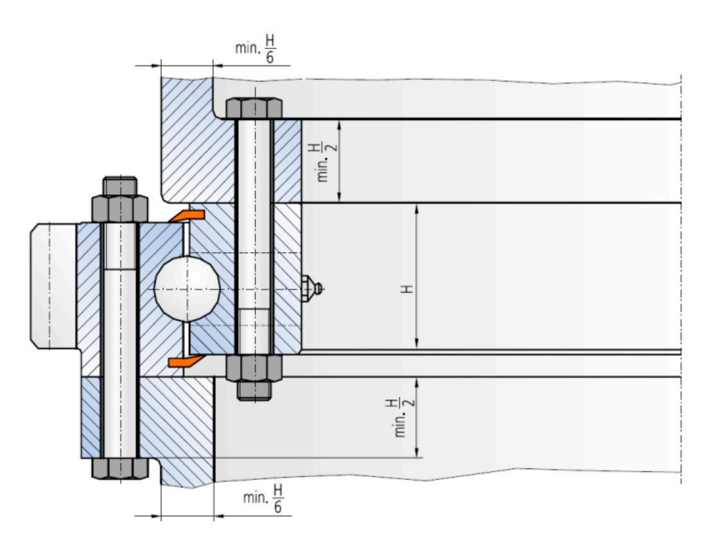


Abb. 13: zul. Planabweichung der Anschlusskonstruktion

Die sichere Übertragung der vorhandenen Belastungen und die störungsfreie Nutzung der Drehverbindung wird unter anderem auch durch eine ausreichend bemessene Anschlusskonstruktion erreicht.
Dabei sind zur sicheren Funktion der Drehverbindung bestimmte Mindestanforderungen an die Anschlusskonstruktion zu stellen:

- ausreichende Steifigkeit siehe Tabelle 3 und Tabelle 4
- Ebenheit nach Montage- und Betriebsanleitung einhalten
- keine harten Punkte (z.B. durch quer laufende Träger)
- Anschraubflächen mindestens drehbearbeitet
- Topfkonstruktion ist zu bevorzugen
- alle Befestigungsschrauben genutzt
- empfohlene Schraubenqualität verwendet
- Mindestfestigkeit der Anschlusskonstruktion 500 N/mm^2, siehe auch Tabelle 5

Je nach maximaler Belastung und Anwendung können sich für die Ausführung der Anschlusskonstruktion sehr unterschiedliche Lösungen ergeben.

Wird die Anschlusskonstruktion als Topfkonstruktion ausgeführt, sollte die Flanschdicke mindestens 50 % der Ringhöhe betragen. Die Wandstärke des Topfes sollte mindestens 1/6 der Ringhöhe sein. Bei gewichtskritischen Anwendungen können die Flanschdicken nur dann reduziert werden, wenn entsprechende Versteifungen vorgesehen werden und die Vorgaben zur zulässigen Plan- und Winkelabweichung sowie der Verformung unter Belastung eingehalten werden. Werte hierzu siehe Tabelle 3 und Tabelle 4.

5.2.5 Ermittlung der Plan- und Winkelabweichung und der Verformung

Ermittlung der Plan- und Winkelabweichung der Anschlusskonstruktion

Die Anschlusskonstruktion kann mittels Messplatte und Messuhren vermessen werden.
Gut bewährt haben sich auch Laserverfahren und das Messen mit 3-D-Systemen. Diese Systeme können ohne zusätzliche Hilfsmittel eingesetzt werden und den Istverlauf der Anschlusskonstruktion dokumentieren und entsprechend aufbereiten.



Planabweichung

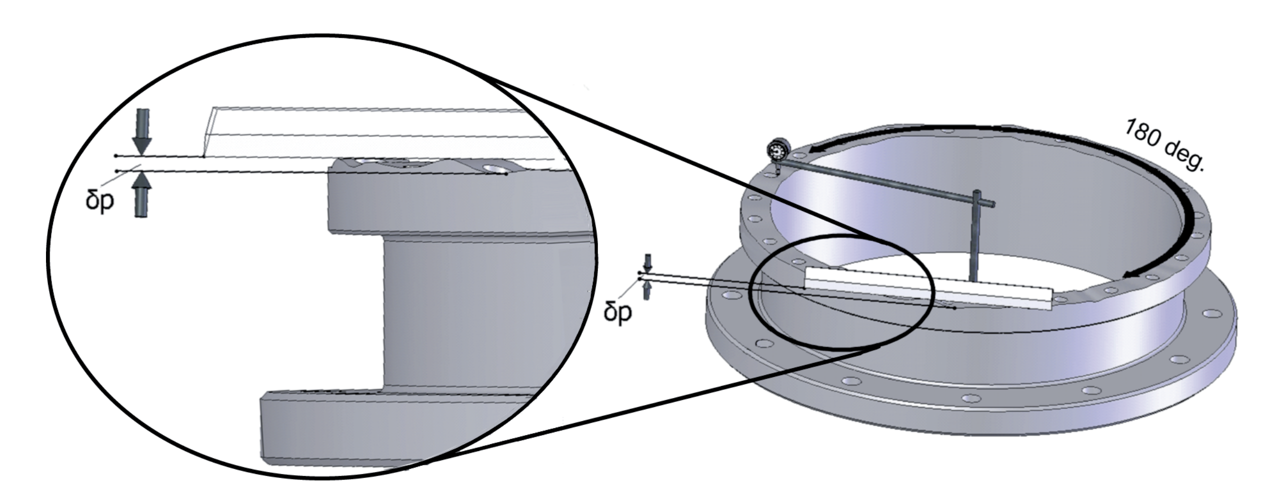


Abb. 14: Planabweichung

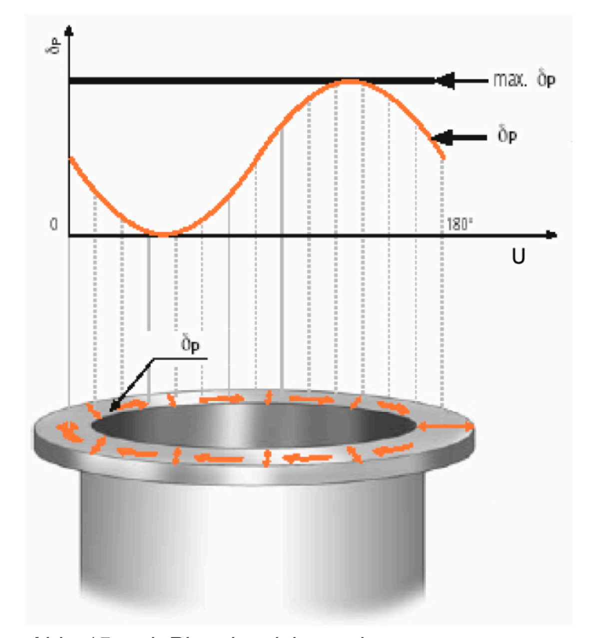


Abb. 15: zul. Planabweichung der Anschlusskonstruktion

δp = Planabweichung
max. δp = maximale Planabweichung
U = Umfang

- Der maximale Restwert für die Planabweichung δp darf in Umfangsrichtung nur einmal am halben Umfang erreicht werden. Der Verlauf muss ähnlich einer Sinus-Kurve aussehen, die langsam ansteigt oder fällt.

Installation und Erstinbetriebnahme

Winkelabweichung

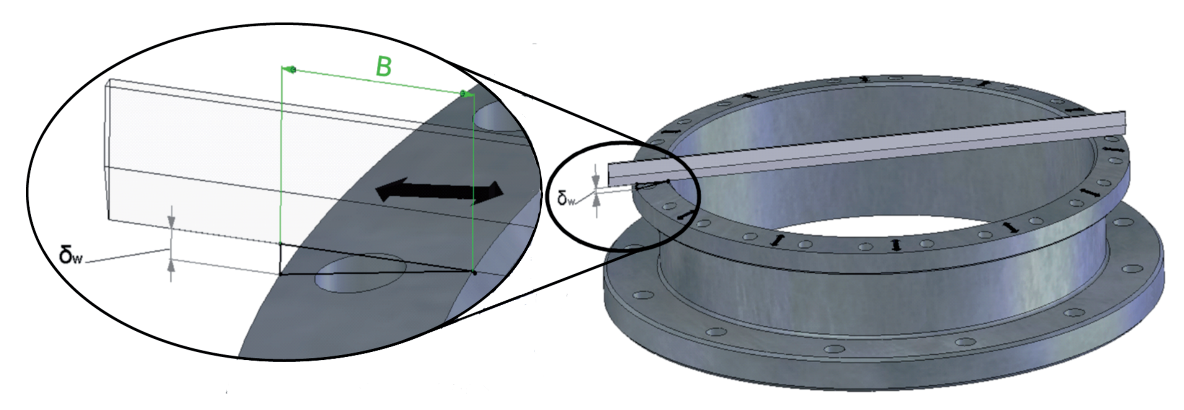


Abb. 16: Winkelabweichung

δw = Winkelabweichung
B = Flanschbreite

- Die zulässige Winkelabweichung δw (Verkippung) bezieht sich auf die tatsächliche Flanschbreite und darf nur die Hälfte der Werte aus den nachfolgenden Tabellen betragen.

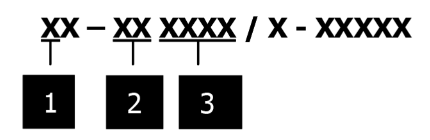


Abb. 17: Zeichnungsnummer

Die Lagerbauform (1), die Größe des Wälzkörperdurchmessers dw (2) und des Laufkreisdurchmessers DL (3) ist in der Zeichnungsnummer enthalten und kann den Begleitdokumenten oder dem Typenschild entnommen werden. Die Ziffern 1 und 4 stehen bei der Lagerbauform (1) für ein Kugellager, die Ziffer 3 für ein Rollenlager. Alle Angaben in der Zeichnungsnummer sind metrisch in [mm].

Bei Schwenktrieben, die zwischen den angegebenen Größen liegen, den jeweils kleineren Wert annehmen. Bei Schwenktrieben, die größer als der größte Durchmesser sind, den Wert für den größten angegebenen Wert verwenden.

Der Schwenktrieb muss von der Anschlusskonstruktion bis zu dem in der Schwenktriebzeichnung angegebenen Durchmesser unterstützt werden.

Bei vorgespannten Kugeldrehverbindungen die Werte für Rollendrehverbindungen verwenden.



Installation und Erstinbetriebnahme

Zulässige Plan- einschl. Winkelabweichungen für Drehverbindungen Standardausführung

Metrisch:

Laufkreisdurch/ messer D_L [mm]	bis	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2500
zul. Plan- einschl. Winkelabweichung je Auflagefläche [mm]	Kugel	0,08	0,10	0,13	0,15	0,18	0,20	0,23	0,25	0,30
	Rolle	0,06	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,15	0,17

Laufkreisdurch/ messer D_L [mm]	bis	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	
zul. Plan- einschl. Winkelabweichung je Auflagefläche [mm]	Kugel	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	
	Rolle	0,20	0,23	0,25	0,28	0,30	0,33	0,35	0,38	

Tabelle 1

in Zoll:

Laufkreisdurch/ messer D_L [mm]	bis	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2500
zul. Plan- einschl. Winkelabweichung je Auflagefläche [inch]	Kugel	0,0031	0,0039	0,0051	0,0059	0,0071	0,0079	0,0091	0,0098	0,0118
	Rolle	0,0024	0,0031	0,0035	0,0039	0,0043	0,0051	0,0055	0,0059	0,0067

Laufkreisdurch/ messer D_L [mm]	bis	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	
zul. Plan- einschl. Winkelabweichung je Auflagefläche [inch]	Kugel	0,0138	0,0157	0,0177	0,0197	0,0217	0,0236	0,0256	0,0276	
	Rolle	0,0079	0,0091	0,0098	0,0110	0,0118	0,0130	0,0138	0,0150	

Tabelle 2

Ermittlung der Verformung der Anschlusskonstruktion

Unter der maximalen Betriebsbelastung stellt sich eine entsprechende Verformung der Anschlusskonstruktion ein. Die maßliche Erfassung kann über Messuhren, Lasermessverfahren oder 3-D-Messsysteme erfolgen.

Da sich die Messung im Betrieb in einigen Fällen als schwierig erweist, kann die Ermittlung der Verformung auch rechnerisch, z. B. mit der Finite-Element-Methode durchgeführt werden. Alternativ können auch vergleichbare Messungen auf Prüfständen herangezogen werden.

Zulässige Verformung der Anschlusskonstruktion unter max. Belastung, für Drehverbindungen Standardausführung

Metrisch:

Laufkreisdurch/ messer D_L [mm]	bis	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2500
zul. Verformung der Anschlusskonstrukti- on [mm]	Kugel	0,21	0,27	0,35	0,40	0,48	0,50	0,61	0,67	0,80
	Rolle	0,16	0,21	0,24	0,27	0,29	0,35	0,37	0,40	0,45

Installation und Erstinbetriebnahme

Laufkreisdurch/ messer D_L [mm]	bis	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500
zul. Verformung der Anschlusskonstrukti-on [mm]	Kugel	0,93	1,06	1,20	1,33	1,46	1,59	1,73	1,86
	Rolle	0,48	0,60	0,66	0,73	0,79	0,86	0,92	1,00

Tabelle 3

in Zoll:

Laufkreisdurch/ messer D_L [mm]	bis	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
zul. Verformung der Anschlusskonstrukti-on [inch]	Kugel	0,0083	0,0106	0,0138	0,0157	0,0189	0,0197	0,0240	0,0264
	Rolle	0,0063	0,0083	0,0094	0,0106	0,0114	0,0138	0,0146	0,0157

Laufkreisdurch/ messer D_L [mm]	bis	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500
zul. Verformung der Anschlusskonstrukti-on [inch]	Kugel	0,0315	0,0366	0,0417	0,0472	0,0524	0,0575	0,0626	0,0681	0,0732
	Rolle	0,0177	0,0189	0,0236	0,0260	0,0287	0,0311	0,0339	0,0362	0,0394

Tabelle 4

WICHTIG

Die Verformung der Anschlusskonstruktion ist die Summe aus der axialen Einfederung, der Verkippung und der radialen Aufweitung (oder radialen Einschnürung) der Anschlusskonstruktion unter maximaler Belastung.

ℹ Die Flanschdicke der Anschlusskonstruktion sollte mindestens 50% der Drehverbindungsbauhöhe betragen. Weitere Hinweise zur Gestaltung der Anschlusskonstruktion finden Sie in den IMO Hauptkatalogen unter Kapitel „Technische Grundlagen".

ℹ Bei Drehverbindungen, die zwischen den angegebenen Laufkreisdurchmessern liegen, den jeweils kleineren Wert annehmen. Bei Drehverbindungen, die größer als der größte Durchmesser sind, den Wert für den größten angegebenen Wert verwenden.

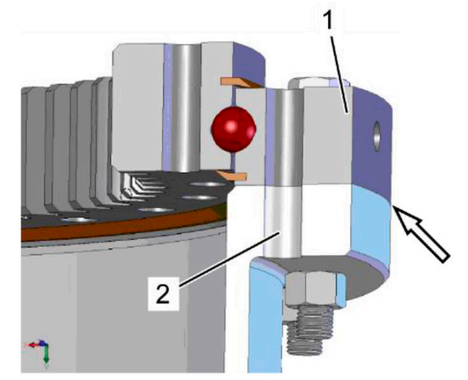


Abb. 18: Drehverbindung voll unterstützt

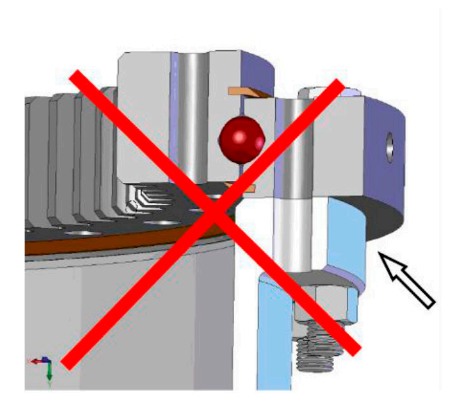


Abb. 19: Drehverbindung nicht voll unterstützt



Der Innen- und Außenring der Drehverbindung muss immer auf ganzer Breite auf der Anschlusskonstruktion (Abb. 17) aufliegen.

5.2.6 Korrosionsschutz der Befestigungsbohrungen und -gewindebohrungen



- Die Mantelfläche der Bohrungen muss dauerhaft gegen Korrosion geschützt werden. Die Ausführung muss auftretende Beschädigungen des Korrosionsschutzes beim Verschrauben, z. B. der Rotorblätter insbesondere im Feld, berücksichtigen.
- Auch ein von IMO werksseitig angebrachter Korrosionsschutz muss nach der Montage der Schrauben überprüft und gegebenenfalls nachgebessert werden.
- Eine Korrosion der Bohrungen kann zu lokaler Spannungs- risskorrosion führen, in deren Folge sich Risse entwickeln können, die zum Bruch des Lagers führen können. Der Bruch kann zum Versagen der Gesamtkonstruktion führen, z.B. Blattsturz bei Windkraftanlagen.

5.3 Einbau der Drehverbindung

5.3.1 Härteschlupf an den Lagerringen

Der Härteschlupf entsteht bei der Laufbahnhärtung und liegt zwischen dem Ende und Anfang der Härtung. Der Härteschlupf stellt eine Zone verringerter Tragfähigkeit dar und muss bei der Positionierung der Drehverbindung (⇨ Kapitel 5.3.2 "Positionierung der Drehverbindung") besonders berücksichtigt werden.
Die Lage des Härteschlupfes ist auf den jeweiligen Lagerringen wie folgt definiert bzw. markiert:

5.3.1.1 Bei Kugel-Drehverbindungen:

	Innenverzahnte Drehverbindung	Außenverzahnte Drehverbindung	Unverzahnte Drehverbindung
Innenring	S-Markierung	Füllstopfen	S-Markierung oder Füllstopfen
Außenring	Füllstopfen	S-Markierung	S-Markierung oder Füllstopfen

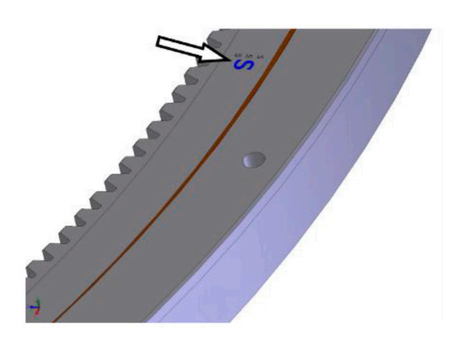


Abb. 20: S-Markierung

- S-Markierung:
  auf Kreisring- oder Mantelfläche des betreffenden Ringes eingeschlagen oder aufgespritzt als Buchstabe.

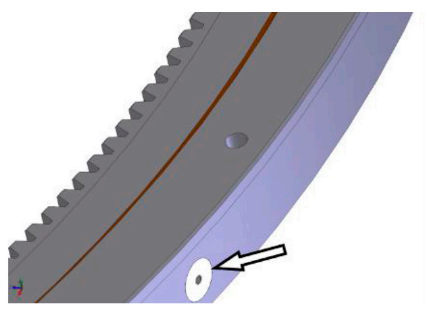


Abb. 21: Füllstopfen

- Füllstopfen:
  Härteschlupf fällt mit dem Füllstopfen zusammen, keine weitere Markierung vorhanden.

5.3.1.2 Bei Rollenlager und Bauformen ohne Füllstopfen

- Der Härteschlupf ist immer mit einer S-Markierung gekennzeichnet.



5.3.2 Positionierung der Drehverbindung

GEFAHR

Die Ermittlung der Hauptbelastungszone muss von Fachpersonal mit Zugang zu den analytischen Auswertungen durchgeführt werden. Entsprechende Vorgaben unbedingt beachten! Bei fehlenden Vorgaben unbedingt Rücksprache mit dem Customer Service (⇨ Seite 2) halten. Niemals eigenmächtig die Hauptbelastungszone ermitteln oder die Drehverbindung positionieren. Eine falsch positionierte Drehverbindung kann plötzlich versagen und zu schweren Personen- oder Sachschäden führen. Daher unbedingt die hier beschriebenen Schritte zur Positionierung beachten.

Beim Einbau der Drehverbindung ist darauf zu achten, dass die Funkenstrecke in ausreichendem Abstand zur Drehverbindung verbaut ist. Der Funkenschlag der Funkenstrecke darf die Drehverbindung nicht schädigen. Eine Leitung des Stroms durch die Drehverbindung ist nicht zulässig.

WICHTIG

Maßgeblich für die genaue Anordnung der Härteschlupfe sind die Vorgaben des Systemintegrators bzw. des Windenergieanlagenherstellers!

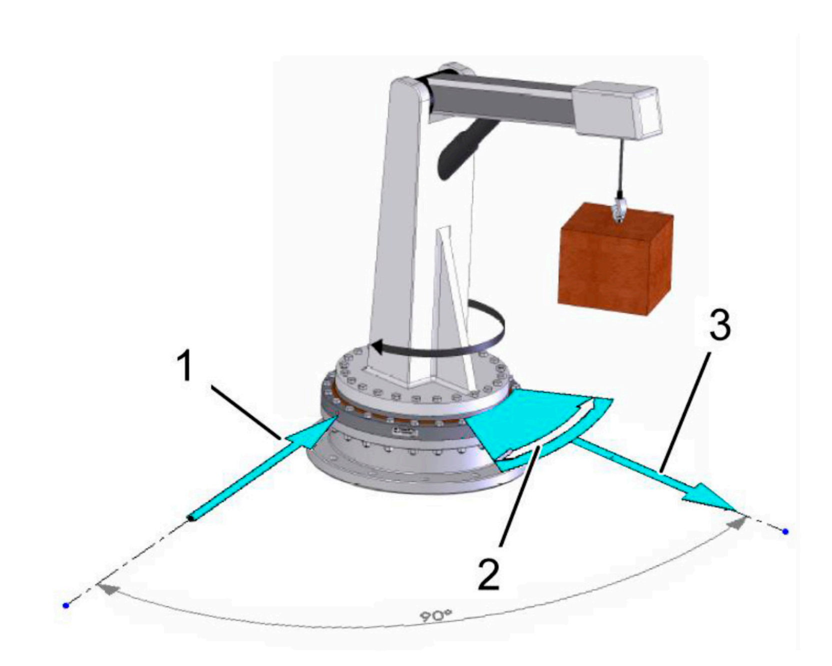


Abb. 22: Beispielbild für Hauptbelastungszone

VORSICHT! Der Härteschlupf (1) bzw. der Füllstopfen stellen in einer Drehverbindung eine Zone verringerter Tragfähigkeit dar und werden bei der Auslegung entsprechend berücksichtigt. Diese gekennzeichnete Stelle möglichst in eine Zone reduzierter Belastung legen.

Installation und Erstinbetriebnahme

Vorgehensweise:

1. Hauptbelastungszone (3) ermitteln.

   Die Hauptbelastungszone ist der Bereich der Drehverbindung, welcher unter Berücksichtigung aller angreifenden Kräfte, Momente und Lastfälle am höchsten beansprucht wird.
   Die Hauptbelastungszone (3) liegt normalerweise im Schwenkbereich (2). Die Hauptbelastungszone bzw. die Lage des Härteschlupfes aus den Unterlagen des Systemintegrators entnehmen. Bei Unklarheiten unbedingt Rücksprache mit dem Systemintegrator halten.

2. Den Härteschlupf nach den Vorgaben des Systemintegrators ausrichten Der Härteschlupf (1) wird normalerweise 90° versetzt zur Hauptbelastungszone (3) angeordnet.

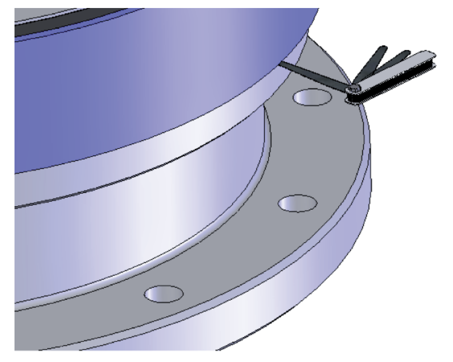


Abb. 23: Auflagefläche kontrollieren

3. 3. Mit einer Fühlerlehre überprüfen, ob die Auflagefläche der Drehverbindung vollständig von der Anschlusskonstruktion unterstützt wird. Falls dies nicht der Fall ist, muss die Auflagefläche der Anschlusskonstruktion nachgearbeitet werden (⇨ Kapitel 5.2.3 “Ermittlung der Plan- und Winkelabweichung und der Verformung”).

5.3.2.1 Beispielhafte Positionierung des Härteschlupfes bei Azimutlager in Windkraftanlagen

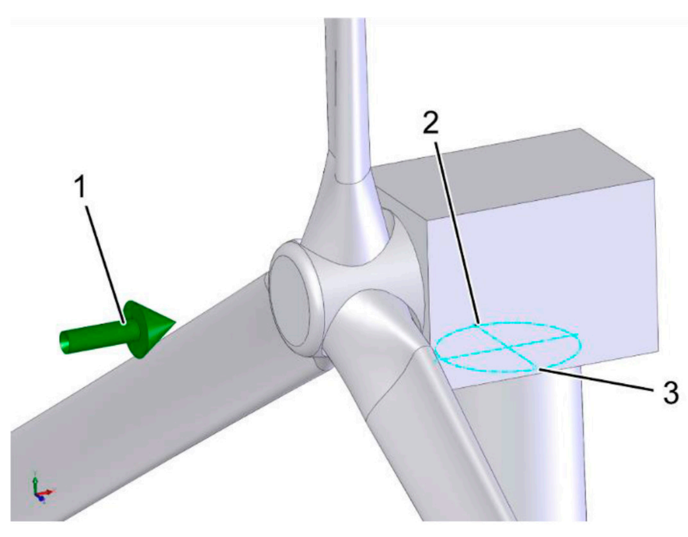


Abb. 24: Typische Lage des Härteschlupfes am Azimutlagers

(1) Geodätische Hauptwindrichtung (Richtung maximaler Windgeschwindigkeit)
(2) Härteschlupf S – Ring am Azimut befestigt
(3) Härteschlupf S – Ring am Maschinenhaus befestigt



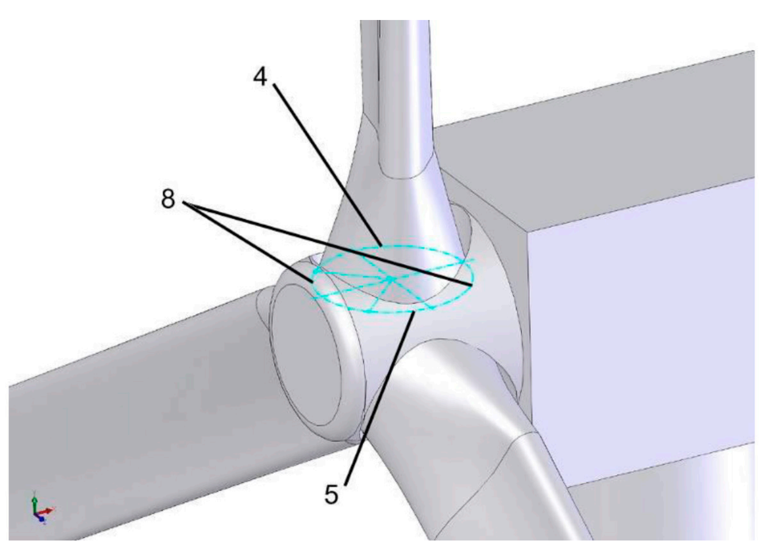


Abb. 25: Typische Lage des Härteschlupfes am Blattlager mit dem Blatt in Betriebsstellung

Blattlager mit Blatt in Betriebsstellung:

(4) Härteschlupf S – Ring am Blatt befestigt

(5) Härteschlupf S – Ring an der Nabe befestigt

(8) Hauptlastzone Kippmoment

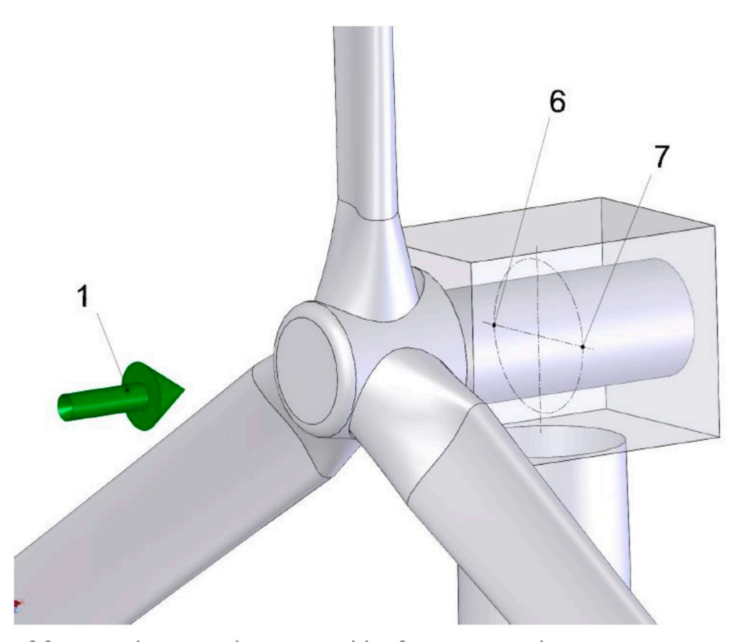


Abb. 26: Typische Lage des Härteschlupfes am Hauptlager

Hauptlager

(1) Geodätische Hauptwindrichtung (Richtung maximaler Windgeschwindigkeit)

(6) Härteschlupf S – Ring am Rotor befestigt

(7) Härteschlupf S – Ring am Maschinenhaus befestigt

Installation und Erstinbetriebnahme

5.3.3 Verschrauben der Drehverbindung

WICHTIG

Der Endkunde bzw. Betreiber muss darauf hingewiesen werden, welches Anziehverfahren verwendet wurde. Dieses Verfahren muss auch bei der Wartung zur Prüfung der Schraubenverbindung verwendet werden.

ℹ Die Befestigungsschrauben sind im Normalfall durch korrekte Montagevorspannung ausreichend gesichert.

ℹ Können die Vorgaben nicht erfüllt werden, wie z.B. Verwendung von Feingewinden oder andere Schraubenqualität etc, unbedingt Rücksprache mit dem Customer Service halten (⇨ Seite 2).

ℹ Durch Reibwertstreuung ergibt sich typischerweise ein α_A = 1,7 somit ist eine kontrollierte Montage sinnvoll (vgl. VDI-2230 2003 Tabelle A8).

ℹ Für Befestigungsschrauben ab M30 bzw. 1 1/8 - 7 UNC empfehlen wir die Verwendung einer hydraulische Spannvorrichtung (⇨ Kapitel “Anziehen der Schrauben mit einer hydraulischen Spannvorrichtung”).

⚠GEFAHR

Beim Einbau und der Befestigung der Drehverbindung in der Anlage müssen die Mantelflächen der Bohrungen dauerhaft gegen Korrosion geschützt werden.

⚠GEFAHR

Folgende Punkte sind zwingend zu beachten, andernfalls kommt es zum Versagen der Gesamtkonstruktion. Das Versagen der Gesamtkonstruktion kann zu schweren Personen- oder Sachschäden führen:



Abb. 27: Kein bis zum Kopf durchgehendes Gewinde verwenden

Schrauben:

- Anzahl, Größe, Qualität und Festigkeitsklasse nach IMOBerechnung oder Katalog verwenden.
- Nur **neue** Schrauben mit der Qualitätsklasse 10.9 EN ISO 898 (metrisch) bzw. SAE Grade 8 verwenden
- **Keine gebrauchten** Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben verwenden
- Keine Federringe, Federscheiben etc. verwenden.
- Schrauben **ohne** durchgehendes Gewinde bis zum Kopf verwenden. Abb.26
- Zum Spannen der Schrauben einen Drehmomentschlüssel oder hydraulische Spannvorrichtung verwenden.
  Die Verwendung von **Schlagschraubern** ist verboten, da es zu unzulässigen Abweichungen zwischen den Schraubenspann-kräften kommen kann.



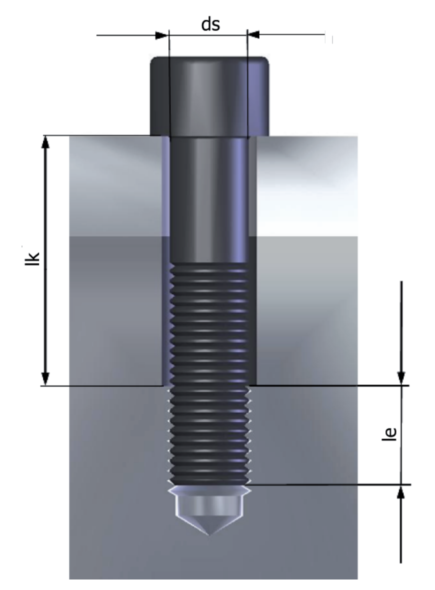


Folgende Punkte sind zwingend zu beachten, andernfalls kommt es zum Versagen der Gesamtkonstruktion. Das Versagen der Gesamtkonstruktion kann zu schweren Personen- oder Sachschäden führen:

- Wenn die zulässige Grenzflächenpressung für verschiedene Werkstoffe (siehe Tabelle 5) überschritten wird, sind für 10.9 EN ISO 898 Schrauben Unterlegscheiben mit 300HV zu verwenden (siehe DIN EN ISO 7089). Falls der Werkstoff abweicht, bitte Rücksprache mit der Anwendungstechnik halten.

Werkstoff	Max. Flächenpressung	
	in N/mm²	in lbs/in²
S355/C45N	600	87023
46Cr4V/42CrMo4V	800	116030
X20Cr13	600	87023

Tabelle 5



ds = Schraubendurchmesser

lk = Klemmlänge

le = Einschraubtiefe

Abb. 28: Befestigungselement

- Die Schraubenlänge so wählen, dass die Mindesteinschraubtiefe erreicht wird, abhängig von der Zugfestigkeit der Anschlusskonstruktion (siehe Tabelle 6).

Zugfestigkeit Rm der Anschlusskonstruktion		Mindesteinschraubtiefe (le)
in N/mm²	in lbf/in²	Festigkeitsklasse 10.9 EN ISO 898/Grade 8
< 500	< 72520	Anschlusskonstruktionen sind nicht zulässig
500 bis 700	72520 bis 101525	le = 1,4*ds
700 bis 900	101525 bis 130535	le = 1,1*ds
über 900	über 130535	le = 0,9*ds

Tabelle 6

- Das Klemmlängenverhältnis (Klemmlänge zu Durchmesser der Schraube) von mindestens ≥ 5 bis maximal ≤ 10 einhalten.

5.3.3.1 Vorgehensweise

WICHTIG

Zur Vermeidung von unzulässigen Abweichungen zwischen den Schraubenspannkräften, die nachfolgende Prozedur unbedingt einhalten:

ℹ Die Befestigung der Drehverbindung erfolgt im unbelasteten Zustand.

ℹ Zuerst den unverzahnten Lagerring, anschließend den verzahnten Lagerring befestigen!

Installation und Erstinbetriebnahme

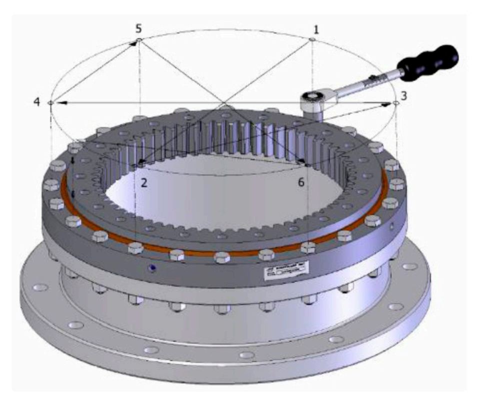


Abb. 29: Über-Kreuz-Anzug

1. Schraubengewinde im Bedarfsfall schmieren. Bei einer Schraubensicherung mit Klebstoff, Schraubengewinde nicht schmieren. (z.B. mit Anti-Seize Paste der Firma WEICON GmbH & Co. KG oder Micro-PETrockengleitfilm DF 977S der Firma Microgleit Spezialschmierstoffe GmbH).
2. Schrauben in einem "über-Kreuz-Muster" in 3 Schritten, nacheinander mit jeweils 30%, 80%, 100% der Anziehdrehmomente bzw. der hydraulisch eingebrachten Vorspannkraft, vorspannen (siehe Tabellen).
3. Dabei den unverschraubten Ring mehrfach drehen. Prozedur

5.3.3.2 Anziehen der Schrauben mit einem Drehmomentschlüssel

Für die Berechnung des Anzugsmomentes in den Tabellen 7 bis 10 gilt:

- F_M und M_A nach VDI Richtlinie 2230 (Februar 2003) berechnet
- Kopfreibungszahl Schraube μK=0,09 bis 0,15
- Gewindereibungszahl Schraube μG=0,09 bis 0,15 (Schraube geschmiert)
- Kopfabmessung Sechskantschraube DIN EN ISO 4014
- Der Drehmomentschlüssel hat eine Montagegenauigkeit von kleiner ± 3%
- Ausnutzung der Streckgrenze von 90% der Schraube
- Zur Berechnung des Spannungsquerschnitts wurde das Mindestmaß der Flanken- und Kerndurchmesser berücksichtigt; Tabelle 7 & 8 nach Toleranzklasse 6g aus DIN 13-20 Tabelle 9 & 10 nach Toleranzklasse 2A aus ASME B1.1-2003
- Bei Drehmomentmontage von größeren Schrauben als M30 bzw. 1 ¼ UNC bitte Rücksprache mit Customer Service halten.



5.3.3.2.1 Anziehdrehmoment für Metrische Regelgewinde nach DIN 13 Festigkeitsklasse 10.9 EN ISO 898

Anziehdrehmoment M_A in Nm bei schrittweisem Anziehen

Befestigungsschraube Abmessung	Schritt 1 30%	Schritt 2 80%	Schritt 3 100%	Minimale Montagevorspannkraft $F_{M\ min}$	Maximale Montagevorspannkraft $F_{M\ max}$
	Anziehdrehmoment M_A in Nm			in kN	in kN
M5	2	5	6,4	6,4	10,3
M6	3	9	11,2	9,1	14,6
M8	8	22	27,2	16,6	27,0
M10	16	43	53,8	26,4	43,1
M12	28	74	92,9	38,5	62,9
M14	45	119	149	53	87
M16	66	177	229	72	119
M18	96	256	320	89	145
M20	135	361	451	113	187
M22	184	492	615	140	233
M24	233	620	775	163	269
M27	341	910	1138	212	354
M30	465	1241	1551	259	431

Tabelle 7

Anziehdrehmoment M_A in ft-lbs bei schrittweisem Anziehen

Befestigungsschraube Abmessung	Schritt 1 30%	Schritt 2 80%	Schritt 3 100%	Minimale Montagevorspannkraft $F_{M\ min}$	Maximale Montagevorspannkraft $F_{M\ max}$
	Anziehdrehmoment M_A in ft-lbs			in lbs	in lbs
M5	1	4	4,7	1439	2316
M6	2	7	8,3	2046	3282
M8	6	16	20,1	3732	6070
M10	12	32	39,7	5935	9689
M12	21	55	69	8655	14140
M14	33	88	110	11870	19446
M16	49	131	163	16231	26752
M18	71	189	236	19896	32665
M20	100	266	332	25381	41972
M22	136	363	453	31518	52403
M24	171	457	572	36576	60451
M27	252	671	839	47749	79515
M30	343	915	1144	58315	96870

Tabelle 8

Installation und Erstinbetriebnahme

5.3.3.2.2 Anziehdrehmoment für Zollgewinde nach ANSI B1.1 SAE Grade 8

Anziehdrehmoment M_A in Nm bei schrittweisem Anziehen

Befestigungs-schraube Abmessung	Schritt 1 30%	Schritt 2 80%	Schritt 3 100%	Minimale Montage-vorspann-kraft $F_{M\,min}$	Maximale Montage-vorspann-kraft $F_{M\,max}$
	Anziehdrehmoment M_A in Nm			in kN	in kN
1/4 – 20 UNC	3	8	9,7	9,1	14,1
5/16 – 18 UNC	6	16	20,4	15,1	23,8
3/8 – 16 UNC	11	28	35,1	22,3	35,4
7/16 – 14 UNC	17	44	55,4	30,7	48,8
1/2 – 13 UNC	32	84	105	40	66
5/8 – 12 UNC	63	167	209	64	105
3/4 – 10 UNC	111	295	368	96	157
7/8 – 9 UNC	177	473	591	132	218
1 – 8 UNC	266	708	886	173	287
1 1/8 – 7 UNC	377	1005	1257	219	362
1 1/4 – 7 UNC	528	1409	1761	278	462

Tabelle 9

Anziehdrehmoment M_A in ft-lbs bei schrittweisem Anziehen

Befestigungs-schraube Abmessung	Schritt 1 30%	Schritt 2 80%	Schritt 3 100%	Minimale Montage-vorspann-kraft $F_{M\,min}$	Maximale Montage-vorspann-kraft $F_{M\,max}$
	Anziehdrehmoment M_A in ft-lbs			in lbs	in lbs
1/4 – 20 UNC	2	6	7,2	2046	3170
5/16 – 18 UNC	4	12	15,0	3395	5350
3/8 – 16 UNC	6	21	25,9	5013	7958
7/16 – 14 UNC	10	33	40,9	6902	10971
1/2 – 13 UNC	19	62	78	9060	14770
5/8 –12 UNC	37	123	154	14455	23695
3/4 – 10 UNC	65	217	272	21469	35362
7/8 – 9 UNC	105	349	436	29675	49053
1 – 8 UNC	157	523	653	38982	64498
1 1/8 – 7 UNC	222	741	927	49166	81268
1 1/4 – 7 UNC	312	1039	1299	62474	103907

Tabelle 10



5.3.3.3 Anziehen der Schrauben mit einer hydraulischen Spannvorrichtung

ℹ Die Betriebsanleitung der hydraulischen Spannvorrichtung beachten! In der Betriebsanleitung der hydraulischen Spannvorrichtung ist angegeben, wie der hydraulische Druck auf die Vorspannkraft umgerechnet wird.

⚠GEFAHR

Der vorgeschriebene hydraulische Druck darf beim Vorspannen der Schrauben nicht überschritten werden. Die Schraubenvorspannung darf 90% der Schrauben-Streckgrenze nicht überschreiten (siehe Tabellen). Eine Überschreitung kann zum Versagen der Schraubenverbindung mit der Anschlusskonstruktion und infolgede

WICHTIG

Bei Verwendung von anderen Gewindeschrauben oder anderen Festigkeitsklassen unbedingt Rücksprache mit dem Customer Service halten (⇨ Seite 2).

Anmerkung zu Tabellen

- Ausnutzung der Streckgrenze von 90% der Schraube
- Zur Berechnung des Spannungsquerschnitts wurde das Mindestmaß der Flanken- und Kerndurchmesser berücksichtigt; Tabelle 11 & 12 nach Toleranzklasse 6g aus DIN 13-20 Tabelle 13 & 14 nach Toleranzklasse 2A aus ASME B1.1-2003
- Rückfederung ca. 10–20% entspricht α_a von ca. 1,2

Kontrolliertes Vorspannen der Schrauben

Bei 12.9 Schrauben: Spannvorrichtung eine Gewindegröße größer und Wechselbuchse mit passendem Gewinde benutzen, d.h. es muss der erhöhte Platzbedarf beim Verspannen berücksichtigt werden.
Die Schrauben-Vorspannung kann bei der Montage durch die Messung der Schraubenlänge im eingebauten Zustand erfolgen. Geeignete Methoden hierfür sind:

- Ultraschall-Prüfung
- mechanische Messung (z.B. Bügelmessschraube)
- spezielle Schrauben/Muttern

Installation und Erstinbetriebnahme

5.3.3.3.1 Montagevorspannkraft für Metrische Regelgewinde nach DIN 2510 Festigkeitsklasse 10.9 EN ISO 898

Montagevorspannkraft F_M in kN bei schrittweisem Anziehen

Befestigungsschraube Abmessung	Schritt 1 30%	Schritt 2 80%	Schritt 3 100%
	Montagevorspannkraft F_M [1] in kN		
M24	85	227	284
M27	112	298	373
M30	137	364	455
M33	170	452	565
M36	200	533	666
M39	239	638	798
M42	275	734	917
M45	321	857	1071
M48	362	966	1207
M52	433	1155	1444
M56	500	1334	1668
M60	581	1550	1937
M64	660	1759	2199
M68	755	2012	2515

Tabelle 11

Montagevorspannkraft F_M in lbs bei schrittweisem Anziehen

Befestigungsschraube Abmessung	Schritt 1 30%	Schritt 2 80%	Schritt 3 100%
	Montagevorspannkraft F_M [1] in lbs		
M24	19154	51077	63846
M27	25156	67083	83854
M30	30686	81830	102288
M33	38105	101614	127017
M36	44917	119778	149723
M39	53819	143518	179398
M42	61845	164920	206150
M45	72231	192616	240770
M48	81403	217076	271344
M52	97387	259699	324624
M56	112494	299985	374981
M60	130636	348364	435455
M64	148306	395484	494355
M68	169618	452316	565394

Tabelle 12

[1] F_M für hydraulische Spannvorrichtung vorgespannt auf 90% der Streckgrenze



5.3.3.3.2 Montagevorspannkraft für Zollgewinde nach ANSI B1.1 SAE Grade 8

Montagevorspannkraft F_M in kN bei schrittweisem Anziehen

Befestigungsschraube Abmessung	Schritt 1 30%	Schritt 2 80%	Schritt 3 100%
	Montagevorspannkraft F_M [1)] in kN		
1 – 8 UNC	93	248	310
1 1/8 – 7 UNC	117	312	390
1 1/4 – 7 UNC	149	398	497
1 3/8 – 6 UNC	178	474	592
1 1/2 – 6 UNC	216	577	721
1 3/4 – 5 UNC	293	780	975
2 – 4.5 UNC	385	1027	1284
2 1/4 – 4.5 UNC	501	1337	1671
2 1/2 – 4 UNC	617	1646	2058
2 3/4 – 4 UNC	763	2034	2542

Tabelle 13

Montagevorspannkraft F_M in lbs bei schrittweisem Anziehen

Befestigungsschraube Abmessung	Schritt 1 30%	Schritt 2 80%	Schritt 3 100%
	Montagevorspannkraft F_M [1)] in lbs		
1–8UNC	20907	55753	69691
11/8–7UNC	26303	70140	87675
11/4–7UNC	33519	89384	111730
13/8–6UNC	39926	106470	133087
11/2–6UNC	48626	129670	162087
13/4–5UNC	65757	175351	219189
2–4.5UNC	86596	230924	288655
21/4–4.5UNC	112697	300525	375656
21/2–4UNC	138797	370125	462657
23/4–4UNC	171439	457171	571464

Tabelle 14

[1)] F_M für hydraulische Spannvorrichtung vorgespannt auf 90% der Streckgrenze

5.3.4 Kippspielmessung

Das Kippspiel erhöht sich mit zunehmendem Verschleiß im Laufbahnsystem. Zur Bestimmung der Kippspielerhöhung muss eine Basismessung im eingebauten Zustand und vor der ersten Inbetriebnahme durchgeführt und dokumentiert werden. Nur so können Veränderungen festgestellt werden.

Für Windkraftanlagen gilt:

- Die Messung, wenn möglich, bei Windgeschwindigkeiten unter 4 m/s vornehmen.
- Windgeschwindigkeit dokumentieren.

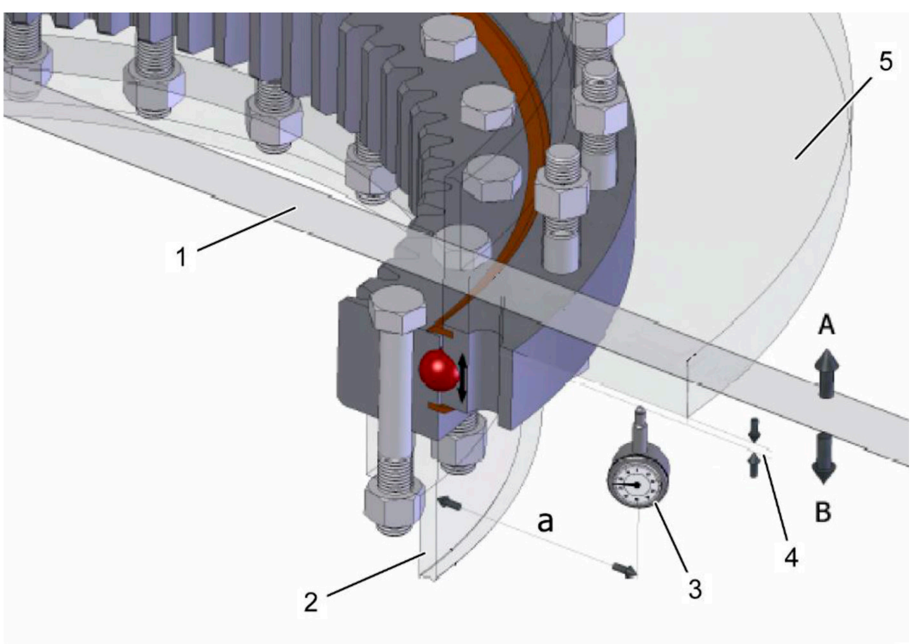


Abb. 30: Kippspielmessanordnung

1 Hauptlastrichtung A – B
2 Untere Anschlusskonstruktion
3 Messuhr
4 Kippspiel
5 Obere Anschlusskonstruktion

Vorgehensweise:

Kippspielmessung

1. Anlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern.
2. Den Messpunkt in Hauptlastrichtung an allen Lagerringen dauerhaft kennzeichnen.
3. Messuhr wie in Abb. 30 dargestellt, anbringen.
4. Definiertes Kippmoment, mind. 50% der max. Betriebsbelastung, in Richtung “A” aufbringen.
5. Messuhr auf Null stellen.
6. Definiertes Kippmoment, mind. 50% der max. Betriebsbelastung, in Richtung “B” aufbringen.
   ↳ Der angezeigte Messwert m1 entspricht dem vorhandenen Kippspiel und dient als Basiswert zum Vergleich für spätere Überprüfungen.
7. Alle Messwerte protokollieren und dokumentieren.



- Alle Überprüfungen zu einem späteren Zeitpunkt müssen am selben Messpunkt, mit gleichen Lasten, bei gleicher Position der Lagerringe zueinander und in der gleichen Reihenfolge durchgeführt werden.
- Bei reiner Axial- bzw. Radialbelastung die Kippspielüberprüfung durch Aufbringen einer zusätzlichen Kippbelastung durchführen.

5.3.4.1 Kippspielmessung bei 3 reihigen Rollendrehverbindungen

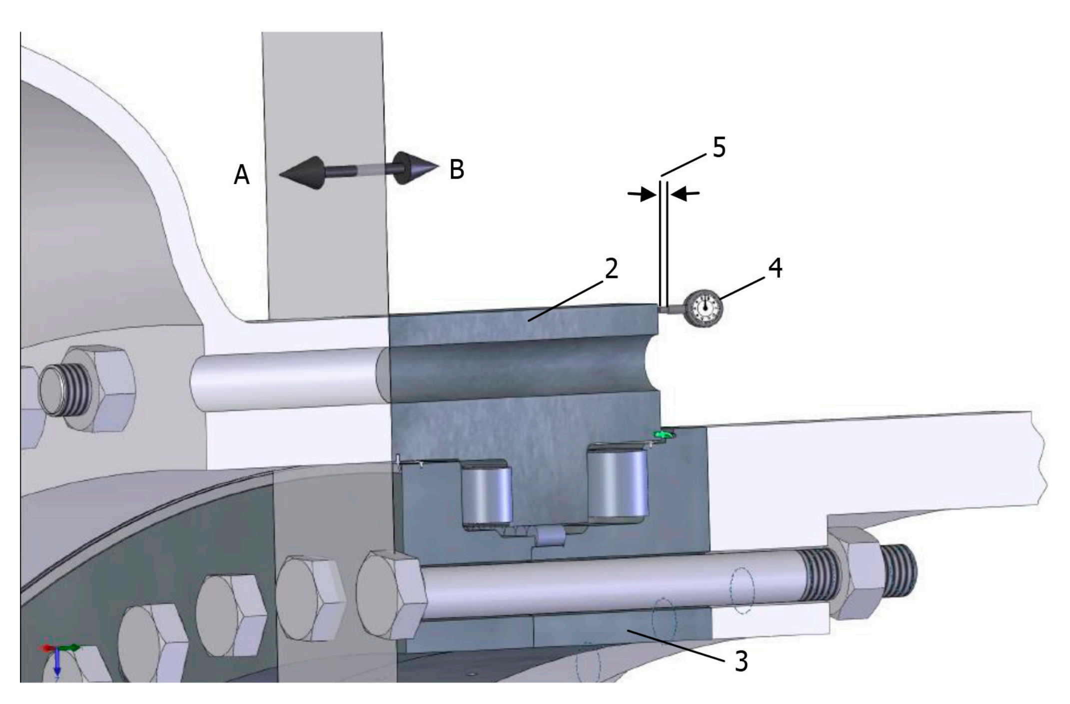


Abb 31: Kippspielmessung axial

1 Hauptlastrichtung A – B
2 Außenring Hauptlager
3 feststehender Innenring
4 Messuhr
5 Axialspiel

Vorgehensweise:

Kippspielmessung

1. Die Messung wie unter „Ermittlung des Kippspiels“ beschrieben, vornehmen.

5.3.5 Radialspielmessung bei 3 reihigen Rollendrehverbindungen

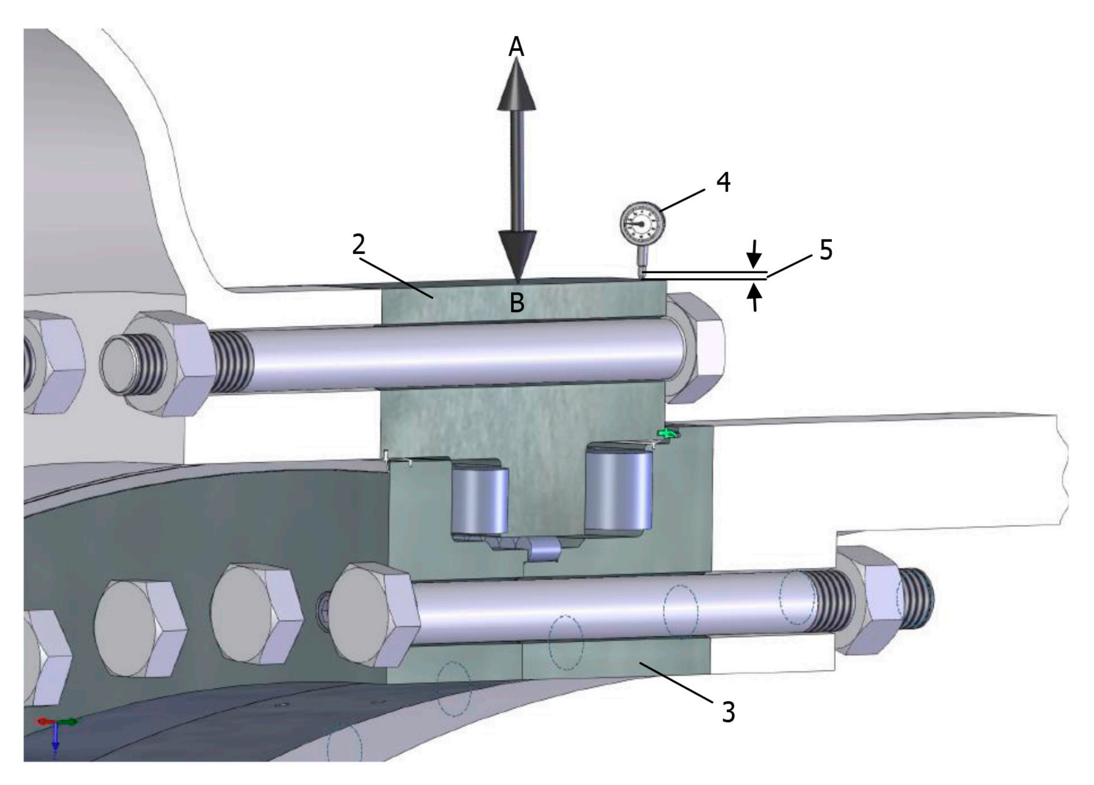


Abb 32: Radialspielmessung

1 Hauptlastrichtung A – B
2 Außenring
3 feststehender Innenring
4 Messuhr
5 radiales Spiel

Vorgehensweise:

Kippspielmessung

1. Anlage ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern.
2. Den Messpunkt in Hauptlastrichtung der Radiallast dauerhaft kennzeichnen.
3. Messuhr wie in Abb. 28 dargestellt, anbringen.
4. Definierte Radiallast in Richtung A aufbringen. Die vorhandene Radiallast muss dabei kompensiert sein.
5. Messuhr auf Null stellen.
6. Definierte Radialbelastung auf Null reduzieren (nur noch äußere Radiallast wirksam). Der angezeigte Messwert m1 entspricht dem vorhandenen Radialspiel und dient als Basiswert zum Vergleich für spätere Überprüfungen.

- Die so ermittelten Werte können durch die Einfederung der Laufbahnsysteme und der Anschlusskonstruktion von den Spielangaben in der Zeichnung abweichen und dienen als Referenzwert für die vorgegebene Einbausituation.



5.3.6 Ermittlung des Setzbetrages

WICHTIG

Messung des Setzbetrages nur bei vorwiegend axial belasteten Drehverbindungen zulässig.
$M_{Kmax} < D_L / 4000 * F_{ax}$
Bei Rückfragen wenden Sie sich an die Anwendungstechnik.

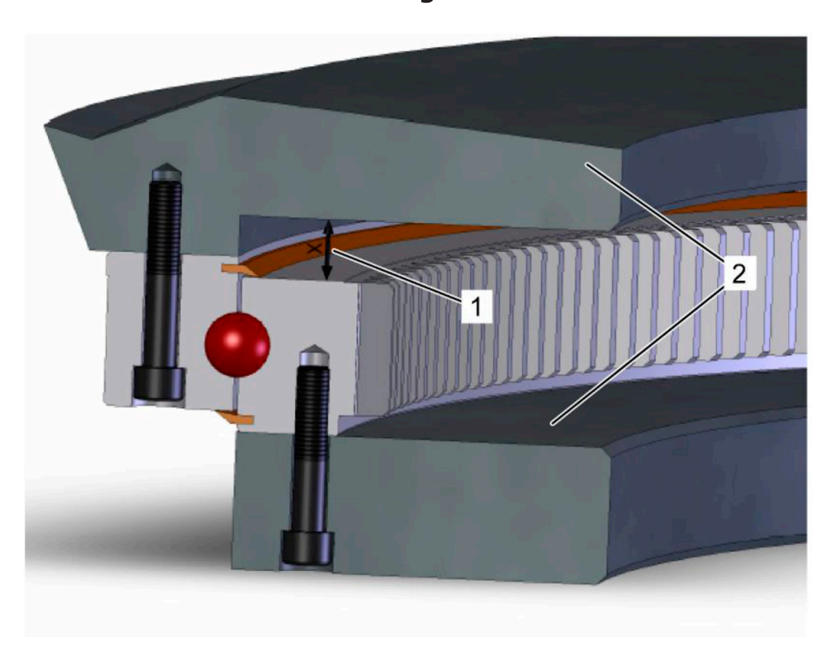


Abb. 33: Messpunkte zur Setzbetragsermittlung

1 Messpunkte zur Setzbetragsermittlung
2 Anschlusskonstruktionen

Vorgehensweise:

Setzbetragsermittlung

- Das Lager wird vor dem Einbau in den X-Ebenen (⇨ Abb. 27) A-A, B-B, C-C, D-D mit Markierungen am Innen- und Außenring versehen.

ℹ Die Art und die Platzierung der Markierungen so wählen, dass sie in montiertem Zustand wieder auffindbar und zugänglich sind. Füllstopfen und Härteschlupf müssen mittig zwischen zwei Markierungsebenen stehen.

Installation und Erstinbetriebnahme

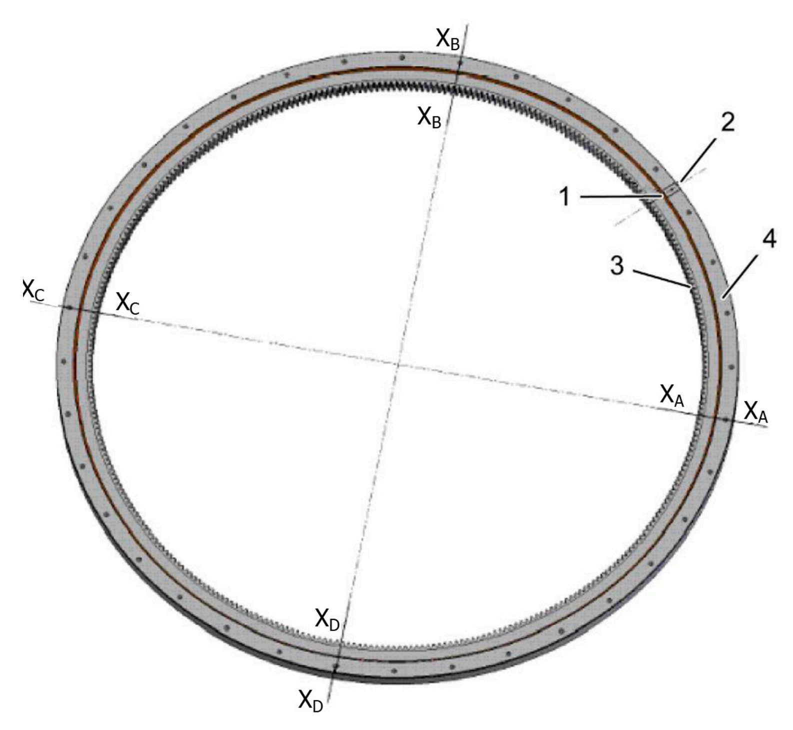


Abb. 34: Markierung der Drehverbindung

1 Härteschlupf
2 Füllstopfen
3 Verzahnter Innenring
4 Unverzahnter Außenring

- Die Grundmessung erfolgt nach Einbau und dem Anbau aller Anschlusskomponenten vor der endgültigen Inbetriebnahme der Anlage.
- Alle Messwerte protokollieren und dokumentieren.
- Die Messung direkt am Lager durchführen, sofern es die Einbausituation erlaubt.
- Die Messpunkte liegen in den vier Markierungsebenen, wobei die Markierungen von Innen- und Außenring übereinstimmen müssen.
- Nach der Grundmessung liegen die vier Werte X_{AG} bis X_{DG} vor (siehe auch Kapitel 6.4.2 „Überprüfung des Kippspieles und Setzbetrages“).

Werden Drehverbindungen überwiegend radial oder ausschließlich radial belastet, Rücksprache mit dem Customer Service halten (⇨ Seite 2).

5.3.6.1 Ermittlung des Setzbetrags bei Azimutlager von Windkraftanlagen

- Der Rotor muss in Windrichtung stehen. Die Grundmessung erfolgt nach Einbau und dem Anbau aller Anschluss-komponenten vor der endgültigen Inbetriebnahme der Anlage.
- Alle Messwerte einschließlich der Windgeschwindigkeit protokollieren und dokumentieren.



- Die Messung direkt am Lager durchführen, sofern es die Einbausituation erlaubt.
- Die Messpunkte liegen in den vier Markierungsebenen, wobei die Markierungen von Innen- und Außenring übereinstimmen müssen.
- Nach der Gru   ndmessung liegen die vier Werte X_{AG} bis X_{DG} vor (siehe auch Kapitel 6.4.2 "Überprüfung des Kippspieles und Setzbetrages").

5.3.7 Einstellung des Verdrehflankenspieles

Bei verzahnten Drehverbindungen und Zahnkränzen muss bei der Montage das Verdrehflankenspiel zwischen Drehverbindung und Ritzel bzw. Zahnring und Ritzel eingestellt werden.

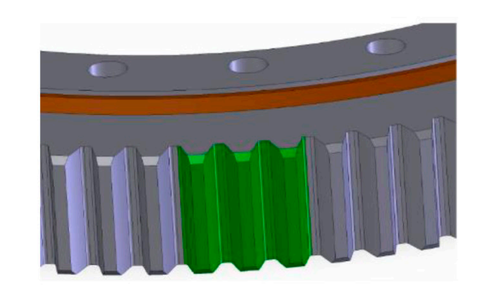


Abb. 35: Grüne Markierung

1. An der grün markierten Stelle (engste Stelle der Verzahnung) das Verdrehflankenspiel auf den vorgegebenen Sollwert einstellen.

- Der Sollwert δf in mm beträgt:
  δ_f = 0,03 bis 0,04 x m
  m = Modul in mm (aus Zeichnung entnehmen)
- Der Sollwert δf in inch beträgt:
  δ_f = 0,03 bis 0,04 x $1/P_d$
  P_d = diametral Pitch in 1/inch (aus Zeichnung entnehmen)

WICHTIG! Der vorgegebene Sollwert darf weder über- noch unterschritten werden. Eine Nichteinhaltung kann zu Schäden an der Drehverbindung führen.

- Bei segmentgehärteten Verzahnungen oder einer Segmentverzahnung muss auf die richtige Position geachtet werden.

2. Zur Kontrolle das Verdrehflankenspiel mit einer Fühlerlehre ermitteln.

- Werden Abweichungen zu den vorgegebenen Werten an der engsten Stelle festgestellt, muss der Achsabstand durch Verschieben des Ritzels korrigiert werden.
- Bei unverschiebbarem Ritzel alternativ den Achsabstand durch Lösen, Verschieben und neu Befestigen der Drehverbindung korrigieren. Ist dies auch nicht möglich, z. B. aufgrund vorhandener Zentrierungen, Montage unterbrechen und unbedingt Rücksprache mit dem Customer Service halten (⇨ Seite 2).

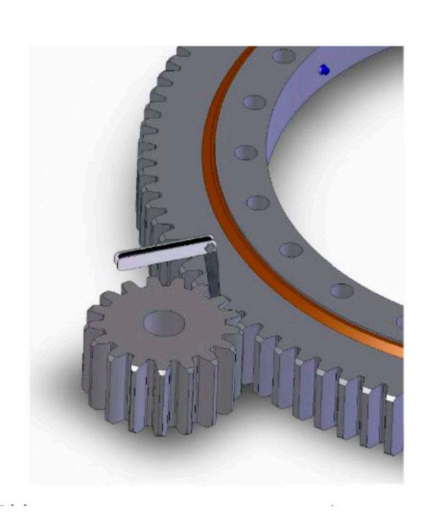


Abb. 36: Verdrehflankenspiel mit Fühlerlehre prüfen

3. Abschließend die Drehverbindung im gesamten Stellbereich bewegen. Dabei darauf achten, dass keine Engstellen vorhanden sind.

ℹ Je nach Rundlauf der Zahnräder, den Einbautoleranzen, den Verzahnungsabmaßen usw., können an der weitesten Stelle der Zahnradpaarung deutlich größere Verdrehflankenspielwerte auftreten.

ℹ Beim Ritzel darauf achten, dass der Modul und Eingriffswinkel dem der Drehverbindung entspricht. Entsprechende Angaben befinden sich auf den betreffenden Zeichnungen.

Installation und Erstinbetriebnahme

ℹ Bei Drehverbindungen bzw. Zahnkränzen, bei denen die Verzahnung nur in einem Segment gehärtet ist, darauf achten, dass die belasteten Zähne immer im Bereich des gehärteten Segments liegen. Die Einstellung des Verdrehflankenspieles erfolgt auch in diesem Fall an der grünen Markierung.

WARNUNG! Bei Drehverbindungen, bei denen die Verzahnung nur in einem Segment geschnitten ist, muss darauf geachtet werden, dass Endanschläge vorhanden sind, damit das Ritzel niemals in den unverzahnten Bereich hineinläuft. Es besteht extreme Bruchgefahr. Unsachgemäße Installation und Erstinbetriebnahme kann zu schweren Personen- oder Sachschäden führen.

Empfohlene Zahnflankenspiele [mm] im Bereich der engsten Stelle:

Modul in mm	**4**	**5**	**6**	**8**	**10**
Zul. Zahnflankenspiel δ_f	0,12-0,16	0,15-0,20	0,18-0,24	0,24-0,32	0,30-0,40
Modul in mm	**12**	**14**	**16**	**18**	**20**
Zul. Zahnflankenspiel δ_f	0,36-0,48	0,42-0,56	0,48-0,64	0,54-0,72	0,60-0,80
Modul in mm	**22**	**24**	**25**	**28**	**30**
Zul. Zahnflankenspiel δ_f	0,66-0,88	0,72-0,96	0,75-1,00	0,84-1,12	0,90-1,20

Tabelle 15



Empfohlene Zahnflankenspiele [inch] im Bereich der engsten Stelle:

Modul in mm	4	5	6	8	10
Zul. Zahnflankenspiel δ_f	0,0047-0,0063	0,0059-0,0079	0,0071-0,0094	0,0094-0,0126	0,0118-0,0157
Modul in mm	**12**	**14**	**16**	**18**	**20**
Zul. Zahnflankenspiel δ_f	0,0142-0,0189	0,0165-0,0220	0,0189-0,0252	0,0213-0,0283	0,0236-0,0315
Modul in mm	**22**	**24**	**25**	**28**	**30**
Zul. Zahnflankenspiel δ_f	0,0260-0,0346	0,0283-0,0378	0,0295-0,0394	0,0331-0,0441	0,0354-0,0472

Tabelle 16

Empfohlene Zahnflankenspiele [inch] im Bereich der engsten Stelle:

Diametral Pitch in 1/in	5	4	3,5	3	2,5	2	1,75	1,5	1
Zul. Zahnflankenspiel δ_f	0,006-0,008	0,008-0,010	0,009-0,011	0,010-0,013	0,012-0,016	0,015-0,020	0,017-0,023	0,020-0,026	0,03-0,04

Tabelle 17

VORSICHT! **Bei Verzahnungen, die nicht in der Tabelle aufgeführt sind, Rücksprache mit dem Customer Service halten (⇨ Seite 2). Zu kleines Verdrehflankenspiel führt zu Zwangskräften (Bruchgefahr), vorzeitigem Verschleiß der Verzahnung und kann den Ritzelantrieb schädigen. Sehr großes Verdrehflankenspiel kann zu Schwingungen, Vibrationen und Schäden an den Zahnflanken führen!**

5.3.6.1 Ermittlung des Setzbetrags bei Azimutlager von Windkraftanlagen

Die Drehverbindung bzw. der Zahnkranz muss sich gleichmäßig drehen. Abweichungen in der Anschlusskonstruktion sowie der Einfluss äußerer Belastungen können den Drehwiderstand stark beeinflussen.

- Die montierte Drehverbindung im gesamten Stellbereich einige Male bewegen. Überprüfen, ob die Drehverbindung gleichmäßig und Ruck frei läuft.
- Nach dem Funktionstest die Anziehdrehmomente der Befestigungsschrauben überprüfen.

Für Windkraftanlagen gilt:

- Hauptlager sind in den ersten 3 Monaten einem Einlaufprozess unterworfen. In dieser Zeit ist die Lagertemperatur zu dokumentieren. Erfahrungsgemäß stellt sich bei Hauptlagern in der Einlaufphase ein etwas höheres Temperaturniveau ein. Sollte die Lagertemperatur in dieser Phase auf über 80° C ansteigen, bitte unbedingt Rücksprache mit dem Customer Service halten (⇨ Seite 2).
- Werden Hauptlager in Montage- oder Testvorrichtungen einem Testlauf unterzogen, ist darauf zu achten, dass die Dichtungen ausreichend geschmiert werden. Bei Bedarf ist hier entsprechend der Bereich der Dichtungsanlaufflächen manuell zu befetten.

6 Wartung

6.1 Sicherheit



Vor Beginn der Arbeiten alle Energieversorgungen abschalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Bei Wartungsarbeiten besteht die Gefahr, dass die Energieversorgung unbefugt eingeschaltet wird. Dadurch besteht Lebensgefahr für die Personen im Gefahrenbereich.



Vor Beginn der Arbeiten für ausreichende Montagefreiheit sorgen. Auf Ordnung und Sauberkeit am Montageplatz achten! Lose aufeinander- oder umher liegende Bauteile und Werkzeuge sind Unfallquellen. Wenn Bauteile entfernt wurden, auf richtige Montage achten, alle Befestigungs-elemente wieder einbauen und Schrauben-Anziehdreh-momente einhalten. Unsachgemäße Wartung kann zu schweren Personen- oder Sachschäden führen.

Personal

- Die Wartungs- und Inspektionsarbeiten dürfen nur von qualifiziertem Fachpersonal ausgeführt werden.

Persönliche Schutzausrüstung

Folgende Schutzausrüstung bei allen Wartungsarbeiten tragen:

- Arbeitsschutzkleidung
- Schutzhandschuhe
- Sicherheitsschuhe

Umweltschutz

Folgende Hinweise zum Umweltschutz bei den Wartungsarbeiten beachten:

- An allen Schmierstellen, die von Hand mit Schmierstoff versorgt werden, das austretende, verbrauchte oder überschüssige Fett entfernen und nach den gültigen örtlichen Bestimmungen entsorgen.
- Ausgetauschte Öle in geeigneten Behältern auffangen und nach den gültigen örtlichen Bestimmungen entsorgen.



6.2 Wartung von Drehverbindungen

- Alle Wartungen sind durch qualifiziertes Personal durchzuführen.
- Prinzipiell müssen alle Wartungsarbeiten protokolliert werden.
- In den nachstehenden Abschnitten sind die Wartungsarbeiten beschrieben, die für einen optimalen und störungsfreien Betrieb erforderlich sind.
- Bei Fragen zu Wartungsarbeiten und -intervallen steht unser Customer Service zur Verfügung (⇨ Seite 2).

6.2.1 Nachschmierintervalle



Unzureichende Schmierung kann die Funktionsfähigkeit und die Gebrauchsdauer der Drehverbindung stark einschränken und im Extremfall zum Funktionsausfall führen.

ℹ Hauptursache für den Ausfall von Drehverbindungen ist eine nicht ausreichende Schmierung!

ℹ Die Nachschmierintervalle hängen im Wesentlichen von den vorhandenen Arbeits- und Umweltbedingungen sowie der Ausführung der Drehverbindung ab.

WICHTIG

Falls IMO genauere Angaben zur Wartung macht, sind die genaueren Angaben gültig!

Drehverbindungen sind generell nachzuschmieren:

- Bei der Inbetriebnahme.
- Nach jeder Reinigung, z. B. Abspritzen mit Wasser, Waschanlage usw.
- vor und nach längeren Stillstandzeiten, z. B. bei Kranen und Baumaschinen während der Wintermonate.

WICHTIG

Tabelle 18 Anhaltswerte für Nachschmierintervalle ist für folgende Bedingungen gültg:

- Betriebstemperatur an der Drehverbindung im Bereich von -25° C bis 70° C (-13° F bis 158° F)
- Umfangsgeschwindigkeit im zulässigen Bereich
- niedrige bis mittlere Belastung
- Wenn eine erhöhte Abnutzung erkennbar ist, sind die Wartungsintervalle zu verkürzen.
- Exakte Nachschmierintervalle können nur durch Tests unter Einsatzbedingungen ermittelt werden.
- Wenn trockenes oder hartes Fett austritt, sind unbedingt die Schmierintervalle zu verkürzen!

Arbeitsbedingungen	Schmierintervalle
Trockene und saubere Werkshalle (Drehtische/Roboter usw.)	Ca. alle 300 Betriebsstunden, mindestens jedoch alle 6 Monate
Schwierige Bedingungen in offenem Gelände (Krane/Bagger usw.)	Alle 100 bis 200 Betriebsstunden, mindestens jedoch alle 4 Monate
Aggressive klimatische Bedingungen See-/Wüsten-/Arktisklima/sehr verschmutzte Umgebung/≥ 70 Betriebsstunden pro Woche	Alle 50 Betriebsstunden, mindestens jedoch alle 2 Monate
Extreme Bedingungen, Dauerbetrieb (Tunnelvortriebsmaschinen/Stahlwerke)	Kontinuierliche Schmierung (durch Zentralschmierung oder Schmierbüchsen)

Tabelle 18 Anhaltswerte für Nachschmierintervalle

Wartung

6.3 Wartungsplan für Drehverbindungen

Intervall	Wartungsarbeit
wöchentlich	Sichtprüfung der Befettung von Drehverbindung und Verzahnung
	Dichtung prüfen
nach Erstinbetriebnahme 1000 Betriebsstunden ODER 2 Monate	Prüfen der Schraubenvorspannung und bei Bedarf nachziehen
	Kippspiel und Setzbetrag prüfen und dokumentieren
Nach Tabelle 18	Drehverbindung und Verzahnung abschmieren
	Prüfen der Schraubenvorspannung und bei Bedarf nachziehen
	Kippspiel und Setzbetrag prüfen
	Fettsammelbehälter überprüfen und ggf. austauschen

Tabelle 19

6.4 Wartungsplan für Hauptlager von Windkraftanlagen

Intervall	Wartungsarbeit
wöchentlich	Hauptlager mit Zentralschmieranlage befetten
in den ersten 3 Monaten wöchentlich	Lagertemperatur überprüfen und dokumentieren
	Zu- und Abgeführte Fettmenge dokumentieren Fettauslassbohrungen auf Durchgängigkeit prüfen
3 Monate nach Erstinbetriebnahme	Schraubenvorspannung prüfen und bei Bedarf nachziehen
	Kippspiel und Setzbetrag prüfen oder über Monitoring System aufnehmen
alle 3 Monate	bei manueller Nachfettung: Hauptlager befetten
alle 6 Monate	Fettsammelbehälter überprüfen und ggf. austauschen
	Fettauslassbohrungen reinigen
	Dichtung prüfen
alle 12 Monate	Schraubenvorspannung prüfen und bei Bedarf nachziehen
	Kippspiel und Setzbetrag prüfen
	Fettproben entnehmen und lagern

Tabelle 20



6.5 Reinigung



Kaltlösungsmittel (z. B. Waschbenzin, Dieselöl) verwenden, die den Dichtungswerkstoff nicht angreifen. Reinigungsmittel darf nicht in die Drehverbindung eindringen. Reinigen der Drehverbindung mittels Hochdruckreiniger ist verboten. Ungeeignete Reinigungsmittel beschädigen die Dichtung und können Lagerschäden verursachen.

Folgende zusätzliche Schutzausrüstung bei Reinigungsarbeiten tragen:

Gesichtsschutz
zum Schutz der Augen und des Gesichts vor Lösungsmitteln.



Chemikalienbeständige Schutzhandschuhe
zum Schutz der Hände vor aggressiven Substanzen.
Vor Gebrauch Schutzhandschuhe auf Dichtigkeit prüfen. Vor dem Ausziehen reinigen, anschließend gut belüftet aufbewahren.

- Bei Verwendung von Reinigungsmitteln für ausreichend Belüftung sorgen.
- Altfett, Staub und groben Schmutz mit fusselfreiem Lappen entfernen.

6.6 Schraubenvorspannung

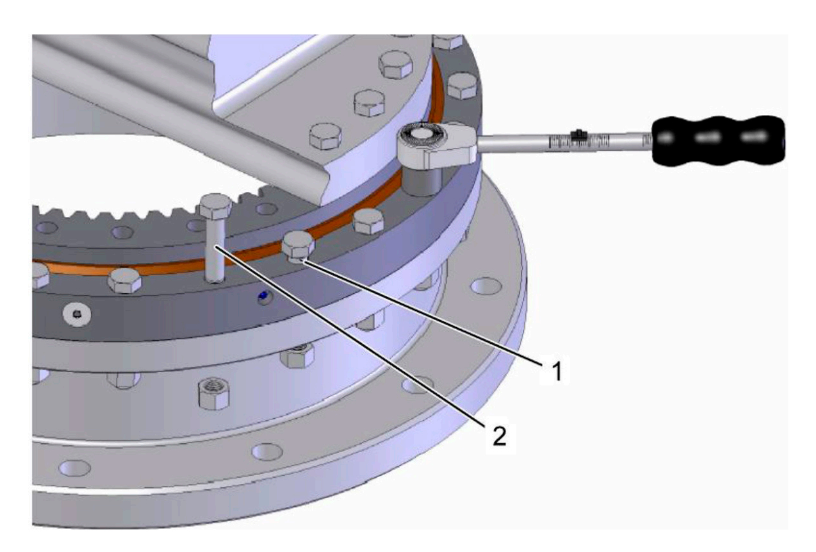


Abb. 37: Überprüfung der Befestigungsschrauben

1 Gelockerte Schraube
2 Gelöste Schraube

Wartung

ℹ Ausführung nur durch eine Fachkraft.

- Benötigtes Sonderwerkzeug:
  - Drehmomentschlüssel
  - Hydraulische Spannvorrichtung
- Nach extremen Belastungen (Stürmen) die Schrauben gesondert prüfen.
- Lockere und gelöste Schrauben bzw. Muttern und Unterlegscheiben durch neue ersetzen.
- Gleiche Schraubengröße und Schraubenqualität verwenden.

ℹ Grundsätzlich bei der Überprüfung der Schraubenverbindung gleiche Anziehverfahren wie beim Einbau der Drehverbindung einhalten. Wurde zum Anziehen der Schrauben eine hydraulische Spannvorrichtung verwendet, muss auch zur Überprüfung der Schraubenvorspannung eine hydraulische Vorspannvorrichtung verwendet werden.

6.7 Überprüfung des Kippspieles und Setzbetrages

Kippspiel

Der beim Einbau ermittelte Messwert m1 dient als Basiswert (siehe Kapitel „Ermittlung des Kippspieles“).

- Den Wert mx der Überprüfungsmessung wie in Kapitel „Ermittlung des Kippspieles“ beschrieben, ermitteln.
- Basiswert m1 vom Wert mx der Überprüfungsmessung abziehen:
  $\delta_k = m_x - m1 \leq 2 * S_{n_zul}$
  S_{n_zul} = siehe Tab. 19

***WICHTIG!* Der angegebene Wert für die Kippspielerhöhung darf nicht überschritten werden.**

VORSICHT! Wenn die maximal zulässige Kippspielerhöhung erreicht ist, muss die Anlage stillgelegt und die Drehverbindung umgehend ausgetauscht werden, da ein sicherer Betrieb nicht mehr gewährleistet werden kann.



Setzbetrag

Die beim Einbau ermittelten Messwerte X_{AG} bis X_{DG} dienen als Basiswerte (siehe Kapitel „Ermittlung des Setzbetrages").

- Den Setzbetrag wie in Kapitel „Ermittlung des Setzbetrages" beschrieben, ermitteln.

***WICHTIG!* Der angegebene Wert für den Setzbetrag darf nicht überschritten werden.**

Basiswerte	X_{AG}	X_{BG}	X_{CG}	X_{DG}
Minus Verschleißmessung	$XA_{1...n}$	$XB_{1...n}$	$XC_{1...n}$	$XD_{1...n}$
= Setzbetrag	$SA_{1...n}$	$SB_{1...n}$	$SC_{1...n}$	$SD_{1...n}$

Setzbetrag: Differenz zwischen dem Messwert der Grundmessung und dem aktuell ermittelten Messwert an den Stellen A bis D.
X_{AG} bis X_{DG}: Werte der Grundmessung
X_{A1}...n bis X_{D1}...n: aktuelle Messwerte
$S_n = X_G - X_n < S_{n_zul}$: Setzbetrag an Position A bis D

Das maximal zulässige Ausbauspiel ist von vielen Einflussfaktoren abhängig und muss für die jeweilige Anlage individuell festgelegt werden. Als obere Grenzwerte, bei denen die Drehverbindung in jedem Fall auszutauschen ist, gelten die Werte in den nachfolgenden Tabellen.

Zulässiger Setzbetrag

Wälzkörper-durchmesser dw [mm]	**12**	**16**	**20**	**25**	**32**	**40**	**45**	**50**	**60**	**70**	**80**	**100**
Kugel Ausbauspiel Sn_zul [mm]	0,51	0,58	0,65	0,74	0,86	1,00	1,09	1,17	1,35	1,52	1,70	2,05
Kugel Ausbauspiel Sn_zul [inch]	0,0201	0,0228	0,0256	0,0291	0,0339	0,0394	0,0429	0,0461	0,0531	0,0598	0,0669	0,0807
Rolle Ausbauspiel Sn_zul [mm]	0,09	0,12	0,16	0,20	0,26	0,32	0,37	0,41	0,49	0,58	0,66	0,83
Rolle Ausbauspiel Sn_zul [inch]	0,0035	0,0047	0,0063	0,0079	0,0102	0,0126	0,0146	0,0161	0,0193	0,0228	0,0260	0,0327

Tabelle 21

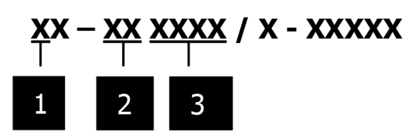


Abb. 38: Zeichnungsnummer

Die Lagerbauform (1), die Größe des Wälzkörperdurchmessers dw (2) und des Laufkreisdurchmessers DL (3) ist in der Zeichnungsnummer enthalten und kann den Begleitdokumenten oder dem Typenschild entnommen werden. Die Ziffern 1 und 4 stehen bei der Lagerbauform (1) für ein Kugellager, die Ziffer 3 für ein Rollenlager. Alle Angaben in der Zeichnungsnummer sind metrisch in [mm].

Wartung

6.8 Nachschmieren der Drehverbindung



Unzureichende Schmierung kann die Funktionsfähigkeit und die Gebrauchsdauer der Drehverbindung stark einschränken und im Extremfall zum Funktionsausfall führen.

WARNUNG

Befolgen Sie bitte immer die Anweisungen des Schmiermittelherstellers und beachten Sie die geltenden Sicherheitsanweisungen bei Verwendung von Schmiermitteln.

- Mit einem automatischen Nachschmiersystem für das Laufbahnsystem und die Verzahnung lässt sich die Nachschmierung erheblich vereinfachen. Die Funktionssicherheit sowie das Verschleißverhalten werden verbessert.
- Bitte beachten, dass die Leitungen bei Inbetriebnahme mit Fett gefüllt sind und die Vorratsbehälter regelmäßig mit Fett aufgefüllt werden.
- Drehverbindungen nach jeder Reinigung und nach längeren Stillstandszeiten nachschmieren. Während der Stillstandszeit, wenn möglich, alle Drehverbindungen einmal täglich bewegen.

Vorgehensweise bei der Nachschmierung

1. Über alle vorgesehenen Schmierbohrungen Fett gleichmäßig zuführen.
2. Alle vorgesehenen Fettauslassbohrungen verwenden. Diese bei Inbetriebnahme und alle 6 Monate reinigen um den Fettaustritt widerstandslos zu gewährleisten.
3. Möglichst kurze Leitungen mit großem Querschnitt verwenden.
4. Bei Verwendung von Sammelbehältern Kapitel 6.8.2 beachten.

6.8.1 Schmierstoffe (Fette)

Die Auswahl des Schmierstoffs ist abhängig von der Belastung, Einsatzbedingung, Drehzahl und Verfügbarkeit des Schmierstoffs. Die in der Tabelle aufgeführten Fette sind von IMO auf Verträglichkeit mit IMO Dichtungen und Distanzstücken geprüft und freigegeben. Diese Liste wird bei Bedarf aktualisiert. Sie finden die aktuelle Liste im Downloadbereich unter www.imo.de.



WICHTIG

- Es darf nur frischer Schmierstoff zum Nachschmieren benutzt werden.
- Der Schmierstoff für die Laufbahn und Verzahnung wird vom Anlagenhersteller vorgeschrieben und ist in der Auftragszeichnung oder auf dem Typenschild der Drehverbindung angegeben.
  Falls keine Angaben auf der Auftragszeichnung oder dem Typenschild zum Schmierstoff vorhanden sind, ist die Drehverbindung mit einem Schmierstoff der Kennzeichnung KP2K-30 nach DIN 51502 befüllt. Vergleichsschmierstoffe siehe Tabelle 22.
  Grundsätzlich ist die Förderbarkeit des Schmierstoffes mit dem Hersteller der Zentralschmieranlagen abzustimmen.
- Abweichungen davon müssen vom Anlagenhersteller und IMO freigegeben werden. Im Zweifel Rücksprache mit dem Customer Service halten (⇨ Seite 2).
- **Die Verwendung falscher Schmierstoffe führt zum Erlöschen der Gewährleistung und kann zu Schäden an der Drehverbindung führen!**

Schmierstoffe für das Laufbahnsystem als Ersatz für den IMO Standardschmierstoff

Hersteller	Produktname	Gebrauchstemperatur laut Hersteller in °C	Gebrauchstemperatur laut Hersteller in °F
Aral	Aralub HLP 2	-30° C bis +130° C	-22° F bis 266° F
Bechem	High-Lub L 2 EP	-20° C bis +120° C	-4° F bis 248° F
BP	Energrease LS-EP 2	-25° C bis +130° C	-13° F bis 266° F
Dow	Corning Molycote Longterm 2 Plus	-25° C bis +110° C	-13° F bis 230° F
Fuchs Lubritech	Gleitmo 585 K	-45° C bis +130° C	-49° F bis 266° F
Fuchs Lubritech	Stabyl EOS E2	-40° C bis +130° C	-40° F bis 266° F
Fuchs Lubritech	Stabyl LT 50	-50° C bis +130° C	-58° F bis 266° F
Klüber	Centoplex 2 EP	-20° C bis +130° C	-4° F bis 266° F
Mobil	Mobil SHC 460 WT	-30° C bis +130° C	-22° F bis 266° F
Rhenus	Norlith LZN 2	-30° C bis +130° C	-22° F bis 266° F

Tabelle 22

Schmierstoffe für die Verzahnung

Hersteller	Produktname	Gebrauchstemperatur laut Hersteller in °C	Gebrauchstemperatur laut Hersteller in °F
Aral	Aralub LFZ 1	-30° C bis +130° C	-22° F bis 266° F
Bechem	Berulit GA 400	-20° C bis +120° C	-4° F bis 248° F
BP	Energol WRL	-20° C bis +120° C	-4° F bis 248° F
Fuchs Lubritech	Stabyl EOS E2	-40° C bis +130° C	-40° F bis 266° F
Klüber	Grafloson CA 908	-20° C bis +180° C	-4° F bis 356° F
Klüber	Klüberplex AG 11-462	-40° C bis +150° C	-40° F bis 302° F
Manke	Voler Compound 2000E	-30° C bis +120° C	-22° F bis 248° F
Rhenus	Norplex AKG 0	-20° C bis +200° C	-4° F bis 392° F
Mobil	Mobil SHC 460 WT	-30° C bis +130° C	-22° F bis 266° F
Rhenus	Norlith LZN 2	-30° C bis +130° C	-22° F bis 266° F

Tabelle 23

Wartung

6.8.2 Fettsammelbehälter (Auffangflaschen)

WICHTIG

Falls **kein Fett** in die Sammelbehälter **austritt** oder bei **Austritt von trocknem oder hartem Fett:**
- **Umgehend** die Austrittsöffnungen säubern
- Die gesamte Schmieranlage auf Funktion prüfen

- Sammelbehälter alle 6 Monate auf Füllgrad kontrollieren, ggf. wechseln.
- Sammelbehälter müssen eine Entlüftung aufweisen.
- Wartungsarbeiten dokumentieren (Fettmenge pro Behälter, Durchgängigkeit der Fettauslassbohrungen, usw.)
- Andernfalls das austretende Fett von der Auslassseite der Dichtung im Zuge der Wartungsarbeiten entfernen (nur bei Drehverbindungen mit einseitig öffnender Dichtung).
- Die Sammelbehälter müssen ab einen Füllstand von 50% ersetzt werden.
- Falls Sammelbehälter leer bleiben, die Fettauslassbohrungen säubern und auf Durchgang prüfen. Funktion der kompletten Schmieranlage überprüfen. Stellen Sie sicher, dass die geforderte Menge Schmiermittel ins Lager gelangt und wieder entweichen kann.
  In den Sammelbehältern darf sich nur Fett aus der Anlage befinden.

6.8.3 Manuelles Nachschmieren der Laufbahn

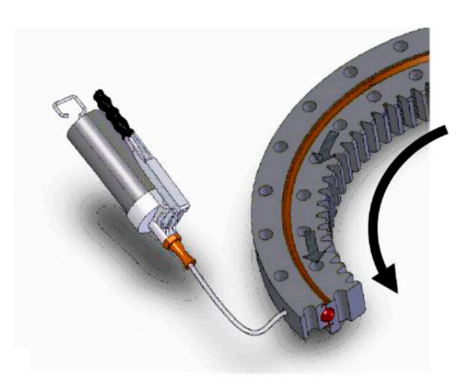


Abb. 39: Durchdrehen beim Abschmieren

- Schmierstoff nacheinander in alle Schmiernippel bei gleichzeitigem Durchdrehen der Drehverbindung drücken, bis sich ein durchgehender Fettkragen aus neuem Fett unter mindestens einer Dichtung bildet.
- Sicherstellen, dass altes Fett ungehindert austreten kann.
- Lagerringe während des Nachfettens zueinander drehen. Unfallverhütungsvorschriften dabei beachten.

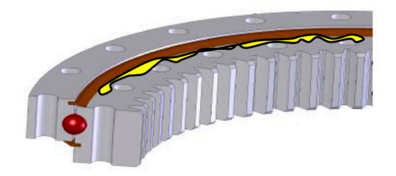


Abb. 40: Fettkragen beim Abschmieren



6.8.4 Nachschmierung bei Drehverbindungen für Windkraftanlagen

WICHTIG

Für Hauptlager ist eine Zentralschmierung mit integrierter Leermeldung Pflicht!
Bei Leermeldung oder Fehlermeldung muss die Anlage selbstständig abschalten.

Ist keine Nachschmiermenge anlagenseitig vorgegeben, kann man die wöchentliche Nachschmiermenge m_{lb} für das Laufbahnsystem von Blatt- und Azimutlagern nach folgender Gleichung ermitteln:

$$m_{lb} = \frac{D_L * d_w^2}{150000} \left[\frac{\text{Gramm}}{\text{Woche}}\right]$$

Für die Verzahnung ergibt sich eine wöchentliche Nachschmiermenge m_{vz}:

$$m_{vz} = \frac{m * z * b}{5000} \left[\frac{\text{Gramm}}{\text{Woche}}\right]$$

mit:
D_L = Laufkreisdurchmesser der Wälzkörper in mm
d_w = Wälzkörperdurchmesser in mm
m = Modul in mm
z = Zähnezahl der Drehverbindung bzw. des Zahnkranzes
b = Verzahnungsbreite in mm

Auf Wunsch berechnet IMO die erforderlichen Nachschmiermengen. Bitte kontaktieren Sie hierzu unseren Customer Service (⇨ Seite 2).
Bei manueller Nachschmierung mindestens nach 3 Monaten nachschmieren. Dabei jeweils die 15-fache Menge von mlb und m_{vz} verwenden.

6.8.5 Manuelles Nachschmieren der Verzahnung

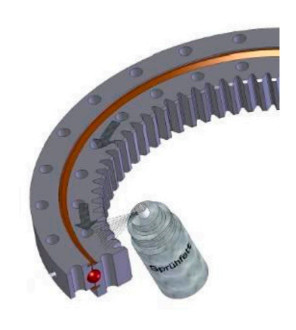


Abb. 41: Befetten der Verzahnung

ℹ Sicherstellen, dass keine Fremdpartikel in die Verzahnung gelangen können.

Zur Vermeidung von übermäßigem Verschleiß und Geräuschen muss die Verzahnung ausreichend mit Fett versorgt werden. Die erforderliche Menge hängt stark vom verwendeten Schmiersystem ab.

Vorgehensweise:

1) Gerät ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern.
2) Überschüssiges und verbrauchtes Fett entfernen.
3) Das Frischfett nahe am Ritzeleingriff zuführen.
4) Fett mit einem sauberen Pinsel auf die Verzahnung der Drehverbindung auftragen. Anstelle eines Pinsels kann das Fett auch aufgesprüht oder mit einer geeigneten Schmiervorrichtung (z. B. Schmierritzel) aufgebracht werden.

Bei offenen Getrieben haben sich für die Verzahnung Haftschmiermittel besonders gut bewährt.

Mit automatischen Nachschmiersystemen für das Laufbahnsystem und die Verzahnung lässt sich die Nachschmierung erheblich vereinfachen und die Funktionssicherheit nachhaltig verbessern.

6.9 Entnahme von Fettproben



Abb. 42: Fettprobenentnahmeset

Für eine exakte Bestimmung des Verschleißzustandes müssen Fettproben von allen Ringen entnommen werden.
Das Fettprobenentnahmeset besteht aus:

- Fettsammelcontainer (Volumen ≥ 100ml)
- Fettspritze mit Schlauch (Volumen ≥ 100ml)
- Selbstklebende Etikette zur Beschriftung der Fettsammelcontainer.

Vorgehensweise zur Fettprobenentnahme:

1) Fettauslassbohrungen der Drehverbindung definieren. Diese muss in der Hauptlastzone liegen. Gegebenenfalls mit Hilfe der Zeichnung prüfen.
2) Fettauffangbehälter entfernen.
3) Fettspritze mit Schlauch in Fettauslassbohrung einbringen. Beim Absaugen des Fettes den Schlauch weiter in das Fettauslassloch hinein schieben.
4) Entnommenes Fett in den Sammelcontainer drücken (eine Probe für einen Container).
5) Den Fettsammelcontainer mit Etikett beschriften. Dieses muss enthalten: Seriennummer, Ringnummer, Position der Entnahmebohrung



6) Fettauffangbehälter wieder anbringen.
7) Wiederholen Sie den Vorgang für jede Fettauslassbohrung und wechseln Sie den Schlauch beim Wechsel vom Innenzum Außenring.

6.10 Überprüfung der Dichtungen

Beschädigte Dichtungen müssen unverzüglich ausgetauscht werden. Bei Korrosionsschäden oder Funktionsbeeinträchtigung infolge nicht rechtzeitig ausgetauschter schadhafter Dichtungen erlischt jegliche Gewährleistung. Eingedrungene Feuchtigkeit kann sehr schnell zu Korrosion im Laufbahnsystem führen und beeinträchtigt den sicheren Betrieb.

- Ersatzdichtungen sind unter Angabe der Zeichnungsnummer, der Seriennummer bzw. den Angaben des Typenschildes bei IMO erhältlich (⇨ Seite 2).
- Die Ersatzdichtungen können mit einfachen Werkzeugen auf die erforderliche Länge abgelängt und eingebaut werden.

ℹ Bei Rückfragen Kontakt mit dem Customer Service aufnehmen (⇨ Seite 2). Unser Customer Service stellt auf Wunsch ein Video zur Verfügung, das den Dichtungstausch in allen einzelnen Schritten darstellt.

Bei Ersatzbedarf IMO rechtzeitig informieren, Dichtungen für Hauptlager sind speziell gefertigte Profile, die zum Austausch separat gefertigt werden müssen.

Kleine Mengen an Fett können durch die Dichtung austreten. Dies ist normal und stellt keinen Reklamationsgrund dar.

Auch im Probelauf von Hauptlagern immer auf ausreichende Schmierung des Laufbahnsystems und der Dichtlippen achten.

Die Nachschmiermenge hängt stark von der Betriebstemperatur des Hauptlagers ab. Unbedingt mit dem Schmiermittelhersteller klären.

6.11 Maßnahmen nach erfolgter Wartung

Nach Beendigung der Wartungsarbeiten vor dem Einschalten die folgenden Schritte durchführen:

1. Alle zuvor gelösten Schraubenverbindungen auf festen Sitz überprüfen.

Wartung

2. Überprüfen, ob alle zuvor entfernten Schutzvorrichtungen und Abdeckungen wieder ordnungsgemäß eingebaut sind.
3. Sicherstellen, dass alle verwendeten Werkzeuge, Materialien und sonstige Ausrüstungen aus dem Arbeitsbereich entfernt wurden.
4. Arbeitsbereich säubern und eventuell ausgetretene Stoffe wie z. B. Flüssigkeiten, Verarbeitungsmaterial oder Ähnliches entfernen.
5. Sicherstellen, dass alle Sicherheitseinrichtungen der Anlage einwandfrei funktionieren.



7 Demontage

Das unautorisierte Öffnen der Drehverbindung führt zum Erlöschen der Gewährleistung.

Nach Gebrauchsende muss die Drehverbindung demontiert und einer umweltgerechten Entsorgung zugeführt werden.

7.1 Sicherheit

⚠WARNUNG

Vor Beginn der Arbeiten für ausreichend Platz sorgen. Mit offenen, scharfkantigen Bauteilen vorsichtig umgehen. Auf Ordnung und Sauberkeit am Arbeitsplatz achten! Lose aufeinander- oder umherliegende Bauteile und Werkzeuge sind Unfallquellen. Bauteile fachgerecht demontieren. Teilweise hohes Eigengewicht der Bauteile beachten. Falls erforderlich Hebezeuge einsetzen. Bauteile sichern, damit sie nicht herabfallen oder umstürzen. Bei unsachgemäßer Demontage besteht Verletzungsgefahr. Bei Unklarheiten den Hersteller hinzuziehen.

⚠WARNUNG

Niemals unter schwebende Lasten treten! Schwenkende oder herabfallende Teile können zu Verletzungen oder Lebensgefahr führen.

⚠WARNUNG

Bei Hebevorgängen und Transport Vorsicht walten lassen. Nur die hier beschriebenen Transportmethoden verwenden. Durch Herunterfallen der Bauteile besteht Lebensgefahr durch Quetschen.

WICHTIG

Beim Transport von Gegenständen vorsichtig vorgehen! Hinweissymbole auf den Packstücken befolgen und nur die vorgesehenen Anschlagpunkte nutzen. Durch unsachgemäßen Transport können erhebliche Schäden entstehen.

WICHTIG

Beim Transport Stöße vermeiden! Durch unsachgemäßen Transport können erhebliche Schäden entstehen.

- Die Demontage darf nur von speziell ausgebildetem Fachpersonal ausgeführt werden.

7.2 Demontage

Vor Beginn der Demontage:
- Gerät ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern.
- Gesamte Energieversorgung vom Gerät physisch trennen, gespeicherte Restenergien entladen.
- Betriebs- und Hilfsstoffe sowie restliche Verarbeitungs-materialien entfernen und umweltgerecht entsorgen.

Anschließend Baugruppen und Bauteile fachgerecht reinigen und unter Beachtung geltender örtlicher Arbeitsschutz- und Umweltschutzvorschriften zerlegen.
1. Befestigungselemente des verzahnten Lagerrings herausschrauben.
2. Anschlusskonstruktion entfernen.
3. Befestigungselemente des unverzahnten Lagerrings herausschrauben.
4. Drehverbindung entfernen.

7.3 Entsorgung

WICHTIG

Elektroschrott, Elektronikkomponenten, Schmier- und andere Hilfsstoffe unterliegen der Sondermüllbehandlung und dürfen nur von zugelassenen Fachbetrieben entsorgt werden! Falsche Entsorgung kann zu Umweltschäden führen.

Sofern keine Rücknahme- oder Entsorgungsvereinbarung getroffen wurde, zerlegte Bestandteile der Wiederverwertung zuführen:

- Metalle verschrotten.
- Kunststoffelemente zum Recycling geben.
- Übrige Komponenten nach Materialbeschaffenheit sortiert entsorgen.

Die örtliche Kommunalbehörde oder spezielle Entsorgungs-Fachbetriebe geben Auskunft zur umweltgerechten Entsorgung.



8 Technische Daten/Typenschild

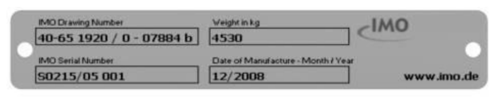


Abb. 43: Typenschild

Das Typenschild befindet sich am Außenring und beinhaltet folgende Angaben:

- Hersteller
- Zeichnungsnummer / Typ
- Gewicht
- Seriennummer
- Baujahr

8.1 Für Drehverbindungen in Windkraftanlagen gilt

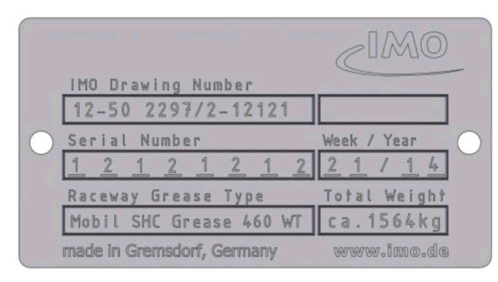


Abb. 44: Typenschild

Die Position des Typenschildes kann der Zeichnung der Drehverbindung bzw. des Zahnkranzes entnommen werden. Bei Drehverbindungen befindet sich das Typenschild typischerweise am unverzahnten Ring und kann folgende Angaben beinhalten:

- Hersteller
- Materialnummer
- Bestellnummer
- Baujahr
- Seriennummer
- Strichcode
- Fettsorte



IMO Unternehmensgruppe



Werk I, Gremsdorf, Deutschland



Werk II, Gremsdorf, Deutschland

IMO GmbH & Co. KG
Imostr. 1
91350 Gremsdorf, Deutschland
Tel. +49 9193 6395-40
Fax +49 9193 6395-4140
mail@imo.de

Die Kontaktdaten unserer weltweiten Partner finden Sie unter: www.imo.de

ONL/I/IO/DE/Jan2015